

[illegible]

DESCRIPTION
DES
OCTANTS
ET SEXTANTS ANGLOIS,
OU
QUARTS DE CERCLE A REFLECTION;
AVEC
La maniere de se servir de ces Instrumens, pour prendre toutes sortes de Distances angulaires, tant sur Mer que sur Terre.

Précédée d'un MÉMOIRE *sur une nouvelle Construction de ces Instrumens;*

Et suivie d'un Appendix, contenant la Description & les avantages d'un DOUBLE-SEXTANT nouveau.

PAR M. J. H. DE MAGELLAN,
Membre de la Société Royale de Londres, & Correspondant de l'Académie Royale des Sciences de Paris.



A PARIS,
Chez VALADE, Libraire, rue Saint-Jacques, vis-à-vis celle des Mathurins.
& à LONDRES,
Chez ELMSLEY, Libraire, dans le *Strand*, vis-à-vis *Southampton Street.*

M. DCC. LXXV.
AVEC APPROBATION, ET PRIVILEGE DU ROI.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY



A MONSEIGNEUR

TURGOT,

MINISTRE D'ÉTAT, ET CONTROLEUR-GÉNÉRAL DES FINANCES.

MONSEIGNEUR,

Je prends la liberté de vous offrir un Ouvrage très-élémentaire, mais que je crois utile; vous êtes trop grand pour rien dédaigner de ce qui peut contribuer au bien de l'humanité.

Il y a long-temps que la renommée avoit instruit l'Europe de votre génie & de vos vertus ; qu'elle vous montroit à la France comme un de ces Hommes extraordinaires, formés pour réparer les Nations, & que la Nature avare leur accorde trop rarement.

Quel bonheur ne doit pas se promettre la France sous un jeune Roi, qui a déja montré le talent le plus nécessaire à un Prince, celui de bien choisir ses Ministres ; sous un Roi sourd à la brigue, & qui croit la renommée !

La France n'est point ma Patrie ; je n'y ai pas fixé ma demeure : ainsi je ne serai pas soupçonné de flatterie par ceux même qui pourroient ne pas vous connoître encore.

J'ai l'honneur d'être avec respect,

MONSEIGNEUR,

Votre très-humble & très-obéissant serviteur
JEAN-HYACINTHE DE MAGELLAN.



PRÉFACE.

LES avantages de la Navigation pour le Commerce maritime ſur lequel ſont fondées la Puiſſance & la richeſſe de pluſieurs Nations, & qui rend facile & prompte la communication entre des Peuples qui, par leur poſition, paroiſſoient avoir été deſtinés par la Nature même à une éternelle ſéparation, engagent une multitude d'hommes à affronter fort ſouvent les plus grands dangers, en bravant le courroux des Elémens. C'eſt ce courage dont les Marins ſe font une habitude, que le Philoſophe regarde comme bien ſupérieur à celui des Guerriers, dont l'ambition des Grands, & la timidité du Peuple ſont les Panégyriſtes outrés : & c'eſt par eſtime pour ces hardis Navigateurs, que j'ai toujours regardé avec le plus grand plaiſir les efforts qu'on a faits depuis pluſieurs années, pour ſurmonter le grand nombre de difficultés dont la pratique de la Navigation ſe trouve encore remplie.

Les plus grands Géometres ſe ſont épuiſés en méthodes, pour éclairer les Marins dans leurs routes avec le flambeau du Calcul, tandis que d'autres Savans très-diſtingués ne dédaignerent pas d'entrer dans les détails les plus élémentaires de la pratique, pour leur en donner des regles, & pour leur fournir des inſtrumens nouveaux, ainſi que pour en montrer les uſages, ou rendre meilleurs ceux qu'ils avoient auparavant.

M. le Chevalier de Bory, Chef d'Eſcadre dans la Marine Françoiſe, & de l'Académie des Sciences de Paris, eſt un des derniers que je ſache qui ait publié en France un Traité ſur les Octants Anglois. Ce Livre a paru en 1751 ; & le dernier qui ait été donné en Angleterre, a été publié en 1771, par

tion de ces inſtrumens & des opérations de pratique auxquelles ils ſont employés.

J'ai ajouté douze ou treize Tables à ce Traité, dont quelques-unes n'ont jamais été imprimées, outre un bon nombre de figures que j'ai fait graver en trois planches. Je ſuis entré dans tous les détails néceſſaires, & j'ai averti de toutes les attentions qu'il faut employer dans les opérations de ce genre. On néglige ordinairement de compter même les ſecondes, lorſqu'on calcule ces obſervations ; mais j'ai cru devoir les employer dans les exemples que j'en donne, pour faire ſentir aux Marins à combien d'erreurs & de dangers cette omiſſion peut les conduire ; car les ſuites peuvent devenir d'une grande conſéquence, lorſque ces petites quantités ſont ajoutées à pluſieurs autres qui néceſſairement échappent à l'attention, & même à la connoiſſance des plus Savans. Enfin j'ai terminé ce Traité par la deſcription abrégée de mon *Double-Sextant nouveau*, qui me paroît être l'inſtrument le plus avantageux qu'on ait connu juſqu'à préſent. Elle s'y trouve aſſez détaillée pour en comprendre aiſément la conſtruction & les uſages, qui, pour le fond, ſont déja expliqués dans le Traité qui précede.

Au reſte, ſi quelqu'un trouve dans ce petit Ouvrage des mépriſes ou des erreurs qui puiſſent être préjudiciables dans la pratique, & veut bien m'en faire part, je recevrai ſon avis avec reconnoiſſance, & j'en ferai uſage dans une ſeconde édition. Mais je ne répondrai jamais que par le mépris à la ſatyre qui ſera dictée par l'intérêt ou par la mauvaiſe humeur. Mon ſeul but, je le répete, a été d'être utile : & ſi je le ſuis, ne fut-ce qu'à un fort petit nombre de mes ſemblables (ce dont je ne puis pas douter) je ſerai ſatisfait, & dirai aux Cenſeurs ;

Si quid noviſti rectiùs iſtis
Candidus imperti : ſi non..........



TABLE SOMMAIRE

DE CE TRAITÉ.

SECTION PREMIERE.

Mémoire sur la Construction des Octants & Sextants Anglois.



SECTION II.

Description des Octants & Sextants Anglois.

SECTION III.

De la Rectification ou vérification de ces Instrumens à réflection.

SECTION IV.

Des Observations par devant.



SECTION V.

Des Observations par derriere.

SECTION VI.

Application de ces Instrumens aux Observations sur Terre.

APPENDIX

QUELQUES NOTES

Sur des objets moins liés avec les précédens.

Fin de la Table.

Nota. On trouvera à la fin de cet Ouvrage, page 173, la Table des *Corrections* & *Additions* auxquelles il faudra avoir égard; & on verra dans la Préface pourquoi il y en a un si grand nombre dans cette édition.

EXTRAIT des Regiſtres de l'Académie Royale des Sciences de Paris.

Du 29 Avril 1725.

NOUS avons examiné, par ordre de l'Académie, un *Ouvrage ſur les Octants & Sextants Anglois*, que M. de Magellan, de la Société Royale de Londres, & Correſpondant de notre Académie, ſe propoſe de publier. Les Octants & Sextants à réflection dont on ſe ſert à la Mer, pour meſurer les hauteurs des Aſtres, & leurs diſtances entr'eux, ſont une des inventions les plus ingénieuſes & les plus utiles que l'on connoiſſe. C'eſt à l'uſage de ces Inſtrumens que la Navigation doit les progrès remarquables qu'elle a fait dans ces dernieres années. Les travaux des anciens Navigateurs étoient, pour ainſi dire, en pure perte, pour la poſtérité, parce qu'ils ne déterminoient que d'une maniere très-imparfaite les Terres qu'ils découvroient; & qu'il étoit ſouvent auſſi difficile de les retrouver, qu'il l'avoit été de les découvrir. Maintenant tous les pas que l'on fait vers la connoiſſance du Globe, ſont beaucoup plus aſſurés, & ils le deviendront encore davantage, à meſure qu'on perfectionnera les Inſtrumens à réflection. Heureuſement il regne à ce ſujet, depuis quelque temps, une grande émulation parmi les Savans & les Artiſtes qui travaillent à l'envi, ſoit à donner une diſpoſition plus avantageuſe aux pieces qui compoſent ces Inſtrumens, ſoit à imaginer des moyens d'exécution plus sûrs & plus exacts. M. de Magellan s'eſt déja diſtingué dans les recherches du premier genre. L'Académie connoit une nouvelle conſtruction des Octants & Sextants de ſon invention qui lui a été préſentée il y a deux ans, & qui a mérité ſon approbation.

L'Ouvrage dont nous rendons compte aujourd'hui contient premiérement une Deſcription détaillée de ces mêmes Inſtrumens. Secondement, des méthodes pour vérifier en général les différentes pieces des Inſtrumens à réflection, & celles d'en conclure les Latitudes & les Longitudes; enfin la deſcription d'un nouveau *Double-Sextant*.

Nous ne parlerons point ici de la premiere Partie de l'Ouvrage qui

traite du nouvel Octant & Sextant déja connus de l'Académie. Nous souscrivons seulement aux éloges qu'en ont fait les Commissaires chargés de les examiner. Dans les deux Parties qui suivent, l'Auteur se propose d'instruire les Marins de tout ce qui a rapport aux Instrumens à réflection : il en fait d'abord une description détaillée : il explique la construction & l'usage de chaque piece : il donne des manieres simples & faciles de vérifier la position des miroirs & le parallelisme de leurs surfaces, & de reconnoître si l'axe de la lunette est parallele au plan du limbe : enfin il ne laisse échapper rien de ce qui peut donner à l'Observateur une connoissance entiere de son Instrument ; delà il passe à la maniere de faire les observations. Il donne tous les moyens de pratique qui peuvent les rendre exactes. Et, après être entré dans tous les détails que la matiere exige, il donne des méthodes pour les calculer. L'Auteur, qui s'est proposé principalement d'instruire des Observateurs qu'il suppose peu versés dans la science de l'Astronomie, ne craint point d'expliquer toutes les opérations avec beaucoup d'étendue. Par-là son Ouvrage devient d'une utilité plus générale. Les Marins, encore peu instruits, y apprennent les élémens de l'Art ; & ceux qui ont plus de connoissances, y en acquierent de nouvelles.

Le Double-Sextant, que l'Auteur décrit dans un Appendix qu'il a ajouté à son Ouvrage, a quelque rapport avec un Instrument présenté par l'un de nous à l'Académie, le 5 Février 1774. Mais il paroît que M. de Magellan avoit eu les mêmes idées séparément, & sans communication. Au reste nous n'oserions prononcer sur le mérite de ce nouvel Instrument ; & nous attendrons que l'expérience en ait décidé.

D'après le Rapport que nous venons de faire, nous pensons que l'Ouvrage de M. de Magellan peut être d'une grande utilité pour la Marine, & qu'il mérite, par l'importance de son objet & par la maniere dont il est traité, l'approbation & les éloges de l'Académie ; & qu'il peut être imprimé sous son Privilege. Fait à l'Assemblée, le 29 Avril 1775.

Signé, le Chevalier DE BORDA, BORY, BEZOUT.

Je certifie l'Extrait ci-dessus conforme à l'original, & au jugement de l'Académie. A Paris, le premier Mai 1775,

GRAND-JEAN DE FOUCHY,
Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.

Nota. *Le Privilege se trouve en entier dans les volumes des Ouvrages de l'Académie Royale des Sciences.*

AVIS AU RELIEUR.

Il y a sept Cartons à placer ; savoir, page 5, 11, 69, 79, 81, 105 & 49. *Ce dernier sera ôté de la feuille* G ; *& le reste de cette feuille sera rebuté. Les trois planches seront mises à la fin de l'Ouvrage, page* 174.

MÉMOIRE



MÉMOIRE

SUR LA NOUVELLE CONSTRUCTION

DES QUARTS DE CERCLE A RÉFLECTION,

Connus sous le nom d'Octants & Sextants Anglois ;

Inventée par l'Auteur.

1. DE tous les instrumens qu'on connoît pour faire des observations sur Mer, les Quarts de cercle à réflection, connus sous le nom d'*octants & sextants Anglois*, sont les seuls sur lesquels on puisse compter, pour prendre les hauteurs des astres & leurs distances respectives, afin de déterminer avec assez de précision les latitudes : & même pour obtenir les longitudes jusqu'à un point presque suffisant dans la pratique de la Navigation. La supériorité de ces instrumens sur tous les autres qu'on employoit auparavant, est si reconnue de toute l'Europe, à l'exception de quelques Navigateurs dont les connoissances ne vont pas au-delà de la vieille routine, que ce seroit abuser du temps & de la patience des Lecteurs, si je m'arrêtois à le prouver. Ces instrumens sont également très-avantageux pour observer sur terre, & prendre toutes sortes de distances angulaires entre différens objets ; ce qui les rend également précieux à l'Astronome qui voyage, au Géographe, & à l'Arpenteur. Il est facile de se procurer ces instrumens, dont le prix est assez modique ; on les transporte sans peine, & on s'en sert plus commodément que des Quarts de Cercle astronomiques deux fois plus petits.

2. M. Hadley, savant Anglois, & Vice-Président de la Société Royale de Londres, fut le premier qui publia, dans les Transactions philosophiques de la même Société, en 1731, la construction de ces instrumens, qui portent encore aujourd'hui son nom en Angleterre. Il y donna deux manieres de les construire, un peu différentes l'une de l'autre, quoique fondées sur les mêmes principes. On trouva onze ans après, dans les papiers du Docteur Halley, un écrit de la propre main du Chevalier Newton, contenant la description d'un instrument semblable au

premier des deux qu'avoit décrits M. Hadley ; qui peut-être n'en avoit jamais eu aucune notion. Ce fait eſt inſéré dans les mêmes Tranſact. philoſoph. année 1742, n°. 465 (1) (*A*) ; & il eſt bon de remarquer que M. de Fouchy, actuellement Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences de Paris, dont le caractere eſt au-deſſus de tout ſoupçon, inventa auſſi un inſtrument à-peu-près ſemblable, en 1732, ſans avoir aucune idée de celui du Chevalier Newton, qui réellement ne fut publié que dix ans après, ni de la publication que M. Hadley en avoit faite dans l'année précédente en Angleterre. Dans la ſuite, ce Savant inventa un autre octant bien ſupérieur au premier, où il a corrigé quelques défauts, & qu'il a perfectionné par des applications & par des pieces fort ingénieuſes, dont il donna la deſcription dans les Mémoires de la même Académie, pour l'année 1740 (*B*).

3. Avant le ſecond octant de M. de Fouchy, il y en avoit eu deux autres, ainſi qu'il le dit lui-même, indépendamment de ceux de M. Hadley. Un de ces octants étoit de M. Caleb Smith. Cet inſtrument portoit un priſme triangulaire au lieu du miroir ; & l'on peut en voir une deſcription aſſez détaillée dans le Recueil des Obſervations du P. Pezenas, faites à Marſeille, édition d'Avignon, 1755, ainſi que dans ſon Aſtronomie des Marins. L'autre octant portoit un niveau à bulle d'air, & avoit été inventé par M. Elton ; il étoit fort différent des autres. On en trouve la deſcription dans les mêmes Tranſactions philoſophiques de 1732, n°. 423 ; & dans l'Appendix de M. Stone à l'Ouvrage de Bion ſur les inſtrumens de Mathématique, qu'il traduiſit en Anglois, p. 274 de l'édition de 1758. Mais le Public n'adopta dans la ſuite que le ſecond inſtrument de M. Hadley. A la vérité ce fut avec une lenteur bien peu digne de l'importance de l'objet, que les Marins ſe déterminerent à ſecouer les préjugés qui les tenoient attachés à leurs vieilles fleches ou arbaleſtrilles, & à d'autres inſtrumens anciens, également défectueux.

4. Cependant, quoique le nouvel Octant, connu ſous le nom de M. Hadley, fût devenu l'objet des attentions & des recherches de pluſieurs Savans & d'autres perſonnes fort ingénieuſes, pendant plus de quarante ans qui ſe ſont écoulés depuis ſa publication ; on peut dire néanmoins qu'on n'a fait encore aucun changement aſſez conſidérable dans les parties eſſentielles de cette conſtruction, ni dont les réſultats produiſiſſent aucunes propriétés nouvelles d'une aſſez grande conſéquence. Les travaux de ces grands Hommes auroient pu me décourager, ſi je n'avois ſu que nous ſommes redevables au haſard d'un aſſez grand nombre de découvertes fort utiles.

Ainſi, ſans crainte d'être accuſé d'une vaine préſomption, on peut, &

(1) Voyez *la Note* (*A*) *à la fin de ce Traité*. On renvoie ainſi toutes les notes afin de ne point interrompre la ſuite des idées.

même on doit se porter à la recherche des mêmes objets, où l'on a vu échouer des talens fort supérieurs. Autrement, presque toutes les découvertes, sans en excepter celle du Détroit qui porte le nom de ma famille (*C*), dans l'Amérique méridionale, ne devroient être mises qu'au nombre des témérités absurdes.

5. La nouvelle construction que j'ai imaginée des Quarts de cercle à réflection, ou, pour le dire autrement, le changement que j'ai fait dans leur construction ordinaire, renferme, si je ne me trompe, les plus grands avantages. Peut-être l'amour-propre m'en impose; mais quelle que soit l'opinion que j'ai de mes découvertes, elle ne changera rien à leur fonds; elle pourra seulement piquer la curiosité du Public, & les faire soumettre à un plus sérieux examen. En effet, l'impartialité de son jugement, & le succès de la pratique seront les meilleurs garants du vrai mérite de cette invention.

6. Un des plus grands avantages de cette construction est, selon moi, que les Observateurs pourront être désormais à l'abri des erreurs, maladresses & méprises des Artistes, aussi-bien que des dérangemens qui pourroient, par quelque cause accidentelle, survenir à cet instrument, pourvu qu'ils veuillent se donner la peine de l'examiner : ce qu'ils seront à même de faire tant sur mer, que sur terre; car ces instrumens portent en eux mêmes leur propre rectification.

Il semble que cette circonstance est une des plus desirables pour toutes sortes d'instrumens, mais particuliérement pour ceux dont on fait usage sur mer, où l'Observateur manque des moyens nécessaires pour y suppléer. Outre cela, cette méthode rend beaucoup plus étendue l'application de ces instrumens, quand on veut prendre des angles plus grands que ne le permet leur limbe, suivant la construction ordinaire; de façon qu'un Octant dont le limbe est seulement de quarante-cinq degrés, qui valent quatre-vingt-dix par la réflection des rayons visuels, peut servir, étant construit suivant ma méthode, pour observer par-devant des angles au-delà de cent vingt degrés. On peut les rectifier exactement par un seul objet, pour observer par derriere, sans aucune dépendance des deux parties opposées de l'horison, comme à l'ordinaire. Enfin on verra par les problêmes suivans, que cette invention fournit d'autres avantages assez considérables, qu'on n'obtenoit point auparavant avec ces instrumens.

7. L'essentiel de cette construction consiste à *disposer les miroirs horisontaux de l'instrument, de façon qu'ils puissent tourner sur un axe commun, & à déterminer l'angle de leur inclinaison respective, par le moyen de leur parallelisme avec le miroir de l'Index ou Alidade, en se servant des mêmes divisions du limbe de l'instrument* (*D*).

8. On peut donner cette conſtruction aux Octants & Sextants marins en différentes manieres, comme on le montrera dans la ſuite; mais je commencerai par celle qui eſt repréſentée dans la *Figure* 2, *Planche* 1; elle me paroît la plus commode pour faciliter l'intelligence de ſes propriétés, & elle les contient toutes enſemble. C'eſt un inſtrument de cette conſtruction, que j'ai préſenté à l'Académie Royale des Sciences de Paris (*E*), avec un petit précis des avantages qui en réſultent, dont un rapport honorable (*F*) fut fait le 20 Janvier 1773 à la même Académie, par Meſſieurs Lemonnier & le Chevalier de Bory, qu'elle avoit nommé Commiſſaires pour cet objet.

9. La figure 2 repréſente un de ces Octants nouveaux. A eſt le miroir horiſontal qui ſert pour obſerver, ayant le dos tourné à un des objets, ou, comme on le dit, pour obſerver par derriere. Ce miroir eſt fixé ſur le cercle Z P, qui peut être arrêté à volonté ſur chaque point de ſa périphérie par l'agraffe à double charniere marquée X: laquelle paroît ſous une échelle plus grande dans la figure 3 (*G*).

10. B eſt un miroir pareil, qui ſert à obſerver par devant. Il eſt fixé au bout de la plaque ou bras B A (voyez *la Figure* 3) qui peut tourner autour de l'axe, ou centre A: & on l'arrête lorſqu'on le veut, par une vis ou agraffe, ſur le cercle ZP. Le troiſieme miroir C eſt tout-à-fait ſemblable au ſecond *B*: il peut cependant être omis dans cette conſtruction; car il n'y eſt pas abſolument néceſſaire, comme on le verra bientôt. Le cercle ZP doit être élevé ou ſurbaiſſé tant ſoit peu ſur le plan de l'inſtrument, afin que l'alidade NM ne ſoit pas arrêtée par la partie P, lorſqu'on l'amene au bout R des diviſions du limbe. La figure 3 repréſente ce même cercle ſéparément, & ſur une échelle plus grande, avec les deux bras dont je viens de parler.

11. La figure 1 repréſente un autre Octant, dont la conſtruction peut paroître plus ſimple; car les miroirs B & C y ſont ſimplement arrêtés ſur le cercle Z P, auſſi bien que le miroir A; & on peut les ôter ou les remettre à volonté dans les couliſſes, qu'on y voit marquées par des points. La figure 4 montre un Sextant, conſtruit par la même méthode. Chaque miroir horiſontal, ou ſa couliſſe, doit être garni d'un petit levier ou d'une vis ſans fin, comme à l'ordinaire, pour pouvoir l'ajuſter comme il faut. Et, pour ce qui regarde les autres pieces, on les ſuppoſe telles qu'on les pratique dans les autres inſtrumens de ce genre.

12. Cependant il eſt bon d'avertir, que la forme & les proportions reſpectives des pieces de ces inſtrumens s'arrangent beaucoup mieux dans la pratique, qu'elles ne ſont repréſentées par les figures; car on les réduit, & on les diſpoſe alors ſelon les dimenſions & les diſtances reſpec-

tives les plus convenables : & pour éviter les incidences trop obliques des rayons sur les miroirs, on donne quelquefois à celui de l'alidade, une direction différente de la ligne *N M.* Mais j'abandonne tous ces détails à l'habilité de Artistes ; ne voulant m'occuper pour le présent, qu'à représenter ici le plus distinctement qu'il me sera possible, les propriétés essentielles de ces nouveaux instrumens.

13. Les Problêmes suivants, montreront les avantages de cette construction. On ne les avoit jamais résolu par aucun instrument connu jusqu'à présent ; & leur résolution ne dépend d'aucune autre théorie que de celle si généralement connue, qui sert de base à la construction des Octants & Sextants marins ; savoir : *que les rayons de lumiere, réfléchis par deux miroirs plans, paralleles l'un à l'autre, continuent dans la même direction qu'ils avoient auparavant. Mais, si les miroirs ne sont point paralleles, pour lors la direction des rayons réfléchis fera un angle double de celui de l'inclinaison des deux miroirs, avec la premiere direction.* On peut voir ces principes détaillés, & démontrés selon les loix de la Catoptrique en différents ouvrages ; particuliérement dans le *Chapitre* 12 du *Livre* 3 de l'*Optique* de Smith, traduite de l'Anglois, par le P. Pezenas ; & dans le *Mémoire Anglois* de M. Hadley cité ci-dessus, publié dans le n°. 420 déja cité, des *Transactions Philosophiques* de Londres, année 1731 ; ou dans leur *Abrégé* par Eames & Martin, vol. 6, *pag.* 139. Enfin j'en donnerai aussi une autre Démonstration dans la *note H*, que je crois, sera plus à la portée de tout le monde.

PROBLÊME PREMIER.

Mettre, par un seul objet, l'Octant ou Sextant nouveau en état de mesurer des angles plus grands que la valeur du limbe.

SOLUTION.

14. Mettez les miroirs *A* & *C* (*fig.* 2, *Pl.* 1) paralleles au miroir *N*, ayant l'index ou alidade au 0° du limbe, par la méthode connue de voir un objet, par exemple le *soleil*, la *lune*, une *étoile* &c. vu par des rayons directs, à travers la partie diaphane du miroir *A* ou *C*, en coincidence avec sa propre image, formée par des rayons réfléchis de *N* en *A* ou *C*. Les lettres *K*, *Q*, *T*, *H*, *E*, *F*, *G* dans les *fig.* de ces instrumens, *Planche* I & II, montrent les endroits où l'œil de l'Observateur doit être, pour viser à l'objet, selon les différentes positions des miroirs.

Menez ensuite l'alidade au 0 *deg.* & faites le miroir *B* parallele à *N*, par la même méthode de la coincidence ci-dessus : pour lors les deux miroirs *A* & *C*, feront un angle de 45 *degrés* avec *B* : c'est-à-dire, l'angle de l'intersection de leurs plans avec celui du miroir *B*, sera de

45 *degrés*. Car on sait bien que le limbe des Octants marins n'a que 45 *degrés* (n°. 71 *ci-dessous*); quoiqu'effectivement on y mesure jusqu'à 90 *degrés*, à cause de la réflection de l'image d'un des deux objets. *Voyez la note H n°.* 11.

Ramenez l'alidade à 0°, & tournez le cercle *Z P*, sans toucher aucunement à ces miroirs, jusqu'à ce que *B*, arrivant en *I*, devienne parallele à *N*; ce que vous reconnoîtrez par la coincidence du même objet avec son image. Dans ce cas, les miroirs *A* & *C* auront tourné 45 *degrés*: & seroient paralleles à *N*, si l'alidade avoit reculé jusqu'à *W N*, c'est-à-dire 45°. Par conséquent, si l'on regarde par la pinnule *H*, on pourra observer des angles au-delà de 90° sur le miroir *C* qui sera pour lors en *V* (*fig.* 2): & dans le même tems on pourra observer les angles au-dessous de 90 *degrés*, sur le miroir *B*, qui se trouve pour lors en *I*: de façon qu'on mesurera par *devant*, avec cet instrument, des angles beaucoup plus grands que la valeur de son limbe.

15. On a trouvé par expérience, qu'on peut bien mesurer des angles de 150° & même plus, en observant par *devant* avec ces instrumens. Peut-être les Observateurs peu habiles y trouveront quelque difficulté. En effet il y en a qui, sans avoir reçu de la Nature aucune disposition pour la pratique des Observations Astronomiques, osent avancer qu'on peut à peine observer avec les Sextants des angles de 120°; & qu'il est à plus forte raison très-difficile d'observer ceux qui les excedent; quoique tout le monde soit à portée de vérifier le contraire. *Voyez la Note J.*

16. Si l'Octant est construit comme on le voit dans la *fig.* I, on mettra le miroir *A*, ou *B*, dans la coulisse *C*, en la tournant un peu, pour que le rayon réfléchi de ce miroir, puisse tomber en *Q*. On fera l'autre miroir parallele à celui *N*, ayant l'alidade à 90 *degrés*. Après cela on amenera la même alidade à *zero degré*: on rendra le miroir *A*, ou le miroir *B*, parallele à celui *N* de l'alidade, en faisant tourner le cercle *Z P* autant qu'il sera nécessaire. Dans ce cas le miroir *C* se trouvera en *V*; & seroit parallele au miroir *N* de l'index, ou alidade, si on la reculoit de 45 *degrés* au-delà du *zero degré*, c'est-à-dire dans la direction *N W*.

17. Si l'on fait usage d'un Sextant au lieu de l'Octant, il suffit de prendre pour lors 60 *degrés* du limbe dans la premiere opération. Car les 30° de leur valeur réelle, avec les 60° de celle du limbe entier, font 90°, comme ci-dessus. Mais en général il n'est pas nécessaire de prendre au-delà du nombre de degrés qu'on peut observer commodément sur l'instrument: & par conséquent, c'est assez de mettre l'index à

ſoixante ou ſoixante-dix degrés dans la premiere poſition ſur les Octants, & trente ou quarante degrés dans celle des Sextants.

18. Un grand avantage de cette méthode eſt celui de rectifier dans le même temps le parallelisme du mouvement des miroirs, à l'égard du plan de l'inſtrument, c'eſt-à-dire, le parallelisme de ce plan avec celui des rayons directs & réfléchis, moyennant les deux poſitions différentes du miroir horiſontal & de celui de l'alidade; & les différentes diſtances de l'œil à l'égard des centres de ces miroirs. Voyez *la note* (*K*).

PROBLÊME II.

Ajuſter le miroir A *à angle droit avec le miroir* N *par un ſeul objet, afin de pouvoir obſerver, le dos tourné vers l'un des deux objets; ou, comme on l'exprime, pour obſerver par derriere.*

Solution.

19. Faites l'opération du problême précédent encore une fois, & alors le miroir A (*Fig. II*) aura tourné deux fois quarante-cinq degrés, c'eſt-à-dire fera un angle de quatre-vingt-dix degrés avec le miroir N, au bout de la ſeconde opération. Si l'octant eſt conſtruit comme celui qui eſt repréſenté dans la figure premiere; auſſi tôt que le miroir B eſt en I, & qu'on le trouve parallele à N avec l'alidade à 0°, on le remet dans la couliſſe S qui ſe trouvera alors en B, pour faire la ſeconde opération, moyennant laquelle le miroir A aura reculé deux fois quarante-cinq degrés.

20. On ſait bien les difficultés qu'on rencontre pour ajuſter & rectifier ces inſtrumens par la méthode ordinaire, lorſqu'on veut faire une obſervation, le dos tourné vers un des objets; car il faut avoir les deux parties oppoſées de l'horiſon bien nettes & diſtinctes, ce qui n'arrive pas toujours lorſqu'on en a beſoin; & qui d'ailleurs n'eſt point praticable dans la nuit, lorſque ces obſervations ſont les plus néceſſaires pour meſurer les grandes diſtances de la lune aux étoiles, &c. C'eſt peut-être la raiſon pourquoi on a ſi fort négligé juſqu'à préſent cette maniere d'obſerver. Je donnerai une autre méthode générale, qui eſt très-sûre & fort aiſée pour faire cette même rectification après les derniers problêmes, n°. 52.

21. M. Dollond, Opticien célebre de Londres, fort connu par ſes lunettes achromatiques, avoit imaginé avant moi une autre méthode pour ajuſter le même miroir horiſontal, afin d'obſerver par derriere; & obtint un privilege excluſif pour faire les inſtrumens de cette conſtruction. Voyez *la Note* (*L*).

Cette méthode conſiſte à mettre une eſpece d'index ou queue au

miroir horisontal, destiné à cette observation. On l'arrête sur une marque faite exprès dans le corps de l'instrument. On l'y fait parallele par la méthode connue de la coincidence des deux images, ayant l'index à 0°; & après cela on arrête cette queue, qui porte le miroir horisontal dans son centre, sur une autre marque faite par l'Artiste à la distance de 90° de la premiere. On en peut voir la description donnée par le même M. Dollond, dans le volume des Transactions philosophiques de Londres, année 1772. M. Maskelyne en avoit déjà parlé dans l'Appendix, de son Almanach Nautique pour 1774, qui parut avant ce volume des Transactions philosophiques; & en parle encore dans un Mémoire qui suit celui de M. Dollond, page 101 du même volume. Voici ses paroles :

22. *Par bonheur*, dit M. Maskelyne, *ce* desideratum *fut exécuté depuis peu par un ingénieux artifice inventé par M. Dollond ..... moyennant un index qu'il a ajouté au miroir de l'observation par derriere; de façon que les deux ajustemens peuvent être pratiqués par les mêmes observations*, presque *avec la même exactitude que ceux du miroir horisontal de devant.*

On voit par le mot *presque* ou *approchant* qui se trouve également dans l'appendix de l'Almanach Nautique, que l'exactitude de cette Méthode n'est qu'approchante, & pas aussi exacte comme celle de l'ajustement par devant. L'égard qui est dû à ce Monsieur, me porte non-seulement à adopter son opinion, mais à montrer les circonstances qui la rendent indubitable; car effectivement cette méthode nouvelle de rectifier le miroir en question, ne peut pas être aussi exacte comme celle pour ajuster l'autre miroir, sans les suppositions suivantes : 1°. Que l'Observateur puisse mettre la queue du miroir en question, précisément sur les deux marques que l'Artiste a faites sur l'instrument; 2°. que ces deux marques aient été mesurées exactement par un arc de quatre-vingt-dix degrés; 3°, que l'angle de cet arc tombe précisément dans le centre du mouvement de cette queue. (Voyez *la Note du* n°. 30 ci-dessous.) 4°. Que cette distance, qui est nécessairement prise entre, ou sur les deux bras de l'assemblage de l'instrument n'ait pas été autrement altérée par quelque accident, depuis que l'instrument a été achevé.

23. 5°. Que ces deux marques soient précisément dans le même plan de l'instrument, ou dans un autre qui lui soit parfaitement parallele; 6°. enfin, que l'axe du mouvement de ce miroir soit parfaitement perpendiculaire au plan de l'instrument. Mais toutes ces circonstances sont telles que l'Observateur ne pourra pas s'en appercevoir, sans recourir à d'autres méthodes qui ne sont pas aisées pour tout le monde, si l'on en excepte un très-petit nombre; &, outre cela, il est fort difficile, pour ne pas dire impossible, de les pratiquer toutes sur Mer pendant le jour, & encore moins pendant la nuit. Il suffit qu'il y manque une seule de ces six conditions, pour que l'ajustement soit erroné; au lieu que ma construction est affran-

chie,

chie des trois premieres entiérement ; & ſi l'Obſervateur veut y faire attention, il s'appercevra ſans peine s'il y manque quelqu'une des trois autres, pour la corriger. Voyez *la Note* (*M*).

PROBLÊME III.

Reconnoître, tant ſur Mer que ſur Terre la valeur de l'arc de l'inſtrument, en n'employant qu'un ſeul objet.

SOLUTION.

24. Répétez trois fois le problême II, & le miroir A aura parcouru tous les trois cents ſoixante degrés du cercle entier. Si ce miroir ſe trouve, au bout de cette opération, parallele au miroir N de l'index, la grandeur de l'arc, ou limbe, des diviſions eſt exacte ; mais s'il y a quelque différence, on la diviſera par huit, & le quotient ajouté ou retranché de quarante-cinq degrés, ſelon que la différence ſera en plus ou en moins, donnera la valeur réelle de l'arc de l'Octant. Si c'eſt un Sextant qu'on examine, la révolution entiere pourra être finie en *ſix* opérations, en prenant ſoixante degrés à chaque fois ; alors on diviſera la différence, s'il y en a, par *ſix* au lieu de huit.

Obſervez, que pour réſoudre ce problême avec l'Octant de la figure 1, on doit mettre les miroirs horiſontaux ſucceſſivement tournés du même côté, comme celui du miroir B ; au lieu que dans le Problême I & II il faut mettre le miroir C dans le ſens contraire.

25. Ceux, qui connoiſſent un peu la conſtruction-pratique des inſtrumens à limbe conviendront, qu'il eſt fort difficile de déterminer exactement la longueur de l'arc correſpondant à la longueur du rayon pris dans l'alidade. Pour peu que la pointe du compas à verge qui ſert de centre, ſoit hors du plan du cercle qu'il décrit, c'eſt-à-dire qu'elle s'enfonce dans ce plan un peu plus que l'autre qui décrit la périphérie de l'arc, la diſtance entre les deux pointes ſera effectivement plus grande que le vrai rayon de cet arc. Outre cela, la moindre excentricité de l'axe de l'alidade peut cauſer des erreurs conſidérables dans les diviſions du limbe. Un centieme de pouce d'excentricité donne trois minutes d'erreur dans un arc de ſoixante degrés dont la corde differe de cette quantité ſur le rayon de douze pouces ; & ſix minutes d'erreur, ſi le rayon n'eſt que de ſix pouces.

26. Combien n'y a-t-il pas d'accidens ſur un vaiſſeau dans les voyages longs qui peuvent cauſer des dérangemens pareils & même plus grands, ſoit dans l'axe de l'alidade, ou dans l'aſſemblage des bras & parties de cet inſtrument, lors même qu'il ſera de métal ? Même, en ſuppoſant qu'il n'y a pas le moindre accident ; qu'on pourroit avoir aiſément de ces inſtrumens faits par des Artiſtes très-habiles ; & qu'on ne feroit pas difficulté de payer un aſſez grand prix : ne ſeroit-ce pas un

véritable avantage de se trouver à l'abri des méprises, dont les plus grands Artistes ne sont quelquefois pas exempts, & de pouvoir trouver par soi-même ces erreurs, pour en tenir compte, au milieu de la Mer, & sans aucun autre secours que son propre instrument ? Ne seroit-ce pas un avantage qu'un instrument de cette construction, étant même médiocrement fait, puisse rendre un aussi bon service entre les mains d'un Observateur habile & curieux, qu'un autre instrument bien mieux fait, & par conséquent bien plus cher ? Voyez *la Note* (*N*).

PROBLÊME IV.

Reconnoître par un seul objet la valeur précise de chaque trente degrés, vingt degrés, ou autre nombre aliquot *des degrés du limbe de l'instrument.*

SOLUTION.

27. Mettez les deux miroirs C & B, ou B & A, à l'angle que vous souhaitez examiner, selon la méthode du premier Problême : parcourez l'arc, ou limbe, d'un bout à l'autre avec cet angle, tournant alternativement l'index & le cercle Z P ; & divisez la différence trouvée au bout de toutes les opérations, en cas qu'il y en ait quelqu'une, par le nombre de ces opérations ; & faites le reste comme dans le nombre 24.

28. On fera par cette méthode une table des valeurs réelles de chaque intervalle des divisions du limbe qui servira à déterminer la valeur exacte des angles observés avec l'instrument. Lorsqu'on examinera des arcs plus petits que le *Nonius* (voyez *la Note O*), qui est gravé dans l'alidade, & dont la longueur n'est ordinairement que de six degrés vingt minutes ; dans ce cas, il sera plus aisé de se servir du même *Nonius*, pourvu qu'il n'y ait aucune erreur, comme il arrive quelquefois, ce qu'il faut examiner avec attention.

Observez que ces deux derniers Problêmes doivent précéder les deux premiers dans la pratique ; car ils ne peuvent donner des résultats qui soient vrais, sans que la longueur du limbe, & l'exactitude des divisions ne subsistent dans l'instrument.

29. Quoique ce Problême, ainsi que le précédent, puisse être résolu par d'autres méthodes ; cependant elles ne sont pas aussi générales, ni également praticables sur Mer, où les erreurs de ces instrumens peuvent quelquefois être causées par des accidens survenus depuis qu'on s'est embarqué ; & pourront avoir les conséquences les plus funestes, si l'on n'y apporte pas du remede.

30. Il est bon d'avertir que, même en supposant la plus grande imperfection dans l'axe sur lequel se fait le mouvement de la platine qui porte les miroirs horisontaux, c'est-à-dire, en supposant qu'il ait autant d'excentricité qu'on le voudra : ce défaut ne causera point la moindre

erreur dans les opérations des Problêmes précédents : car il est évident, par la construction de l'instrument & par l'opération du Problême, que les miroirs horisontaux restent sans aucune altération de l'angle, auquel on les a mis, tandis qu'on tourne la platine qui les porte, pour les rendre successivement paralleles au miroir de l'alidade. Cette excentricité, en cas qu'elle fut fort considérable, ne feroit tout-auplus que changer un peu l'endroit, ou position de la pinnule oculaire *H*; mais la vraie valeur de cet angle restera toujours la même, & sera par conséquent mesurée par le même arc du limbe. *Voyez la Note P.*

31. En général, quelle que soit la cause des dérangemens ou de l'imperfection de l'instrument, ils ne manqueront pas de devenir sensibles, en employant ces deux derniers Problêmes, avec un peu d'attention; même si le défaut dépendoit du miroir de l'alidade. Car si l'on y fait une marque, ou si l'on trace une raye sur la surface de ce miroir, de façon qu'on prenne toujours l'image réfléchie du même endroit de cette surface (ce qui est praticable lors qu'on n'employe pas la lunette); on y trouvera après l'opération de ces problêmes, toutes les erreurs qui en résultent. Cependant il faut avouer, que sans se trouver dans un cas extrêmement pressant, il seroit fort imprudent d'employer des miroirs grossierement défectueux.

PROBLÊME V.

Trouver les erreurs de division, ou celles qui peuvent être causées par quelque dérangement accidentel, dans les Quarts de Cercle astronomiques.

SOLUTION.

32. Ajoutez un miroir semblable au miroir *N* (mêmes *figures*) au bout de l'alidade, ou à la piece qui porte la lunette mobile du quart-de-cercle, sur le centre de son mouvement : & mettez un *appareil* de miroirs horisontaux, comme celui représenté dans la *fig.* 3, sur le côté ou branche du même instrument. Examinez par le Problême III la vraie longueur de son limbe; & par le Problême précédent, la vraie valeur des autres divisions. Par cette méthode vous en connoîtrez les erreurs, s'il y en a; & vous en ferez une Table, pour rectifier vos observations, comme on l'a dit ci-dessus dans le n°. 28. *Voyez la Note Q.*

PROBLÊME VI.

Diviser un Arc, ou Cercle donné.

SOLUTION.

33. Prenez un arc à-peu-près égal au rayon du cercle : & rectifiez sa

valeur précise par les Problêmes V & III. Cherchez ensuite les divisions & subdivisions de cet arc, comme on vient de le montrer dans le Problême IV. Le premier Sextant de ce cercle étant divisé par cette Méthode, on pourra transférer ses divisions aux autres Arcs ou Sextants du même cercle, par la méthode indiquée dans le même Problême IV, n°. 27.

PROBLÊME VII.

Faire en sorte que l'ajustement pour observer par devant, *& celui pour observer par* derriere *soient exécutés par une seule opération dans des Sextants construits selon les mêmes principes ci-dessus.*

SOLUTION.

34. Soit le Sextant construit comme dans la *figure* 4 : mettez son alidade à 120° : & faites le miroir *B* parallele au miroir *N*. Menez la même alidade à 0 : & faites le miroir *A* parallele au même miroir *N*. Pour lors ces deux miroirs *A* & *B* feront entr'eux un angle de 60 *degrés*. Car on a démontré (*Note H*, n°. 11.) que les angles observés avec ces instrumens, sont doubles de la valeur réelle de l'arc de leur limbe. Dans cet état vous observez, comme à l'ordinaire, par *devant* sur le miroir *A*.

Mais quand vous voulez observer par *derriere*, vous n'avez qu'à tourner la platine (ou le cercle) qui porte ces miroirs horisontaux, jusqu'à ce qu'en regardant par la pinnule *G*, vous trouviez le miroir B (qui pour lors sera en *I*) parallele au miroir de l'alidade.

Ainsi, lorsque vous avancerez l'alidade jusqu'au 60 *deg.* du limbe, vous aurez le miroir *A* à angle droit avec le miroir *N*; car les 60 degrés que le miroir *A* vient de tourner en arriere, avec les 30 degrés (valeur des 60 degrés du limbe, où vous aurez mis l'alidade) font 90 *degrés* : & c'est la position qu'il faut pour pouvoir observer par *derriere* sur le miroir *A*, comme on l'a vu dans le n°. 17 de la *Note* H. *Voyez la Note* R.

35. On peut employer dans ces Sextants la méthode du Problême III, pour rectifier la longueur du limbe, tant sur mer que sur terre, par un seul objet : & celle du Problême V, pour en reconnoître les divisions. Cependant si l'on met les deux miroirs *A* & *B* sur une platine étroite, au lieu de les mettre sur le cercle *Z P*, on rendra par-là l'instrument plus simple. On se contentera pour lors d'employer la rectification dont on parlera tout-à-l'heure dans le n°. 39, pour s'assurer de l'exacte longueur du limbe entier ; & on emploiera le *Nonius* pour en reconnoître les divisions & subdivisions.

36. Les *figures* 5 & 6 représentent deux autres manieres de construire ces Sextants, qui sont fort commodes. On voit dans la *figure* 5, que le miroir *B* est le centre de mouvement du miroir *A* : & qu'on emploie

ſeulement la pinule H pour ajuſter le parallelifme du miroir A, lorſqu'il eſt en V, & que l'alidade eſt au o^{d} du limbe; & c'eſt de la même pinule H qu'on fait uſage pour obſerver par devant; car, en trouvant la platine de ces miroirs juſqu'à ce que B ſoit parallele à N, pour y obſerver par devant, le miroir A retournera à ſa place, pour y obſerver par derriere, comme ci-deſſus. Par cette diſpoſition des miroirs horiſontaux, on obtient dans le même temps le miroir B prêt, pour y obſerver par devant; & le miroir A également préparé pour obſerver par derriere. Dans cette conſtruction on met le miroir N environ quinze degrés au-delà du rayon NM, pour que le miroir A ſoit à une diſtance convenable de B; & on pourra employer un priſme iſocelle au lieu de ce dernier, pour éviter l'incidence trop aiguë du rayon NBK. On trouvera dans la Section III des *Mémoires* du Pere Pezenas, déjà cités dans la Note (*B*), les formules néceſſaires, & des avis avantageux pour employer les priſmes au lieu de miroirs, & pour en déterminer les variations.

37. Mais je conſeillerois d'employer plutôt un troiſieme miroir aſſez petit, qui ſe trouve marqué en C par de petits points ſur l'alidade de la même figure 5; de façon que recevant le rayon de l'objet par deſſous le miroir B, la premiere réflection ſoit de C en B, & la ſeconde ſoit de B en E où ſe trouvera l'œil de l'Obſervateur, pour voir le parallelifme de ce ſecond miroir C avec le même miroir B, après avoir mis ce dernier parallele au miroir N de l'alidade : alors ſi l'on mene l'alidade au bout du limbe à cent vingt degres, ce petit miroir ſe trouvera en D, & le rayon qui réfléchira de D en B, aura une incidence bien moins latérale que s'il réfléchiſſoit de N : l'œil de l'Obſervateur ſera alors en F bien plus commodément que dans l'endroit K, pour voir ſous des angles bien plus grands la coïncidence des deux images. Il dépendra de l'habileté de l'Artiſte d'arranger avantageuſement cette conſtruction, mettant la pinule H un ou deux pouces au-deſſous de l'endroit repréſenté par la figure, &c.

38. Pour ce qui regarde l'autre Sextant repréſenté par la figure *6*, on doit obſerver que le centre commun des miroirs horiſontaux B & A ſe trouve dans L, quoique j'en aie fait exécuter qui avoient ce même centre un peu au deſſus de B, & qui néanmoins produiſoient un aſſez bon effet. On fait le miroir B parallele à N, ayant l'alidade à 120 degrés : dans la ſuite on la ramena à o d. C'eſt en regardant par la pinule G, qu'on obſerve alors la coïncidence des deux images de l'objet ſur le miroir A, qui ſe trouve en V. On tourne la plaque des miroirs horiſontaux juſqu'à ce que B arrive en I, pour y obſerver par devant. Le miroir V ſe trouvera alors en A, & ſervira pour obſerver par derriere, comme ci-deſſus. Voyez *la Note* (*S*).

PROBLÊME VIII.

Reconnoître la vraie longueur de l'arc, ou limbe de ces nouveaux Sextants, conſtruits ſuivant le Problême précédent.

SOLUTION.

39. Mettez l'index à cent vingt degrés ; obſervez par devant la coincidence des images de deux objets, comme de la lune & d'une étoile, &c. ou de deux objets terreſtres aſſez éloignés & bien définis, par exemple, de deux promontoires, &c. tournez le Sextant, & obſervez par derriere la même diſtance angulaire de ces deux objets ; & s'il n'y a pas de différence entre la coincidence des deux images, pour lors la longueur du limbe eſt exacte.

40. Car l'angle obſervé par derriere avec ce genre d'inſtrumens, n'eſt proprement que le ſupplément de la diſtance angulaire entre deux objets obſervés pardevant : ainſi, un angle de trente degrés, obſervé par devant, ſera vu ſous un angle de cent cinquante degrés, lorſqu'on l'obſervera par derriere : la raiſon en eſt, que dans le premier cas on compare un des deux objets avec l'autre objet, dont l'image vue par des rayons directs à une grande diſtance, coincideroit avec ſa même image vue par des rayons réfléchis, ſi l'alidade étoit à o degré ; & dans le ſecond cas on le compare avec un autre objet diamétralement oppoſé au dernier, c'eſt-à-dire à la diſtance de cent quatre-vingt degrés. Voyez *la Note* (*H*).

C'eſt par cette raiſon qu'on marque les degrés (en arriere de cent quatre-vingt degrés du limbe) dans un ordre rétrograde de ceux qui ſervent pour les obſervations par devant, comme on le voit dans les figures 4, 5, 6. La même choſe arrive dans les Octants ; mais on n'y met ordinairement que le ſeul rang de chiffres qui ſert pour obſerver par devant, comme on le voit dans la figure 1, dans l'intention que l'Obſervateur ne manquera pas d'y prendre garde, lorſqu'il fera des obſervations par derriere.

41. Or, puiſque l'index doit ſe trouver à ſoixante degrés, ſelon le Problême précédent, lorſque les images de ces deux objets diamétralement oppoſés ſe trouvent en parfaite coincidence : il eſt clair que, ſi l'index ſe trouve ſoixante degrés au-delà de cet endroit, c'eſt-à-dire à cent vingt degrés de l'obſervation par devant, il ſe trouve auſſi à ſoixante degrés en arriere de cent quatre-vingt degrés, c'eſt-à-dire à cent vingt degrés, en obſervant par derriere ; car cent quatre-vingt degrés moins ſoixante degrés, ſont cent vingt degrés. On voit donc que ſi, après avoir obſervé par devant un angle de cent vingt degrés avec ces inſtrumens, on

y trouve également la même coincidence des deux images observées par derriere ; on est pour lors assuré qu'il n'y a point d'erreur dans la vraie longueur de l'arc ou limbe de l'instrument.

42. Mais si l'arc de l'instrument n'est pas de la grandeur qu'il faut; par exemple, s'il est de soixante-un ou de cinquante-neuf degrés, au lieu de soixante, comme il doit l'être; pour lors la différence du même angle observé par devant & par derriere, sera même six fois plus grande que l'erreur réelle du limbe. Il est fort aisé de s'en convaincre, en remarquant, 1°. que le même angle étant observé par devant & par derriere, se trouve deux fois aux deux extrêmités d'un même demi-cercle, comme on le voit par ce qui a été dit au n°. 7 de la Note (*H*).

43. 2°. Que l'excès ou le défaut de chaque angle devient double dans le point de l'union commune, où ces deux angles devroient se toucher : par exemple, si l'on prend quatre-vingt-neuf ou quatre-vingt-onze degrés, au lieu de quatre-vingt-dix, il y aura deux degrés de moins dans le premier cas, & autant de plus dans le second ; 3°. Que si l'on prend cent vingt-un ou cent dix-neuf degrés au lieu de cent vingt, on trouvera alors soixante-deux degrés de différence dans le premier cas, & cinquante-huit dans le second ; 4°. enfin, si les divisions du limbe appartiennent à un autre cercle d'un rayon plus petit ou plus long, alors on y trouvera la somme totale de l'excès ou du défaut de chaque division au-delà du degré réel qui devoit y être marqué. On verra dans *la Note* (*T*) le résultat de ces erreurs dans un plus grand détail.

Remarques générales.

44. Il y a encore d'autres avantages à tirer de ces instrumens, lorsqu'ils seront construits selon ma méthode, que les gens habiles ne manqueront pas de trouver aisément ; mais je ne crois pas nécessaire d'en détailler les résultats, pour ne pas trop amplifier ce Mémoire. Il ne faut que considérer l'essentiel de cette construction, expliqué dans le n°. 7 & suivans, pour en déduire un nombre de conséquences utiles dans la pratique des observations. Le miroir A étant mobile dans un plan parallele à celui de l'instrument, ainsi que l'autre miroir B, dont le mouvement se fait sur le même axe, & pouvant tourner ensemble ou séparément, comme il est expliqué dans le n°. 7 ci-dessus & suivans : on est à même de pouvoir prendre toutes sortes d'angles bien au-delà de la valeur du limbe, non-seulement par devant, comme on l'a démontré dans le Problême I ; mais également par derriere, comme il est très-aisé de le voir, en y appliquant les mêmes raisonnemens. Car tout l'objet de ces instrumens à réflection consiste uniquement à connoître

l'angle que fait le miroir de l'alidade avec le rayon réfléchi du miroir horisontal, par lequel sortent constamment ceux qui y tombent du premier, c'est-à-dire les rayons qui sont réfléchis par la surface du premier miroir sur celle du second.

45. Ainsi, ayant, par ma méthode, la maniere de mettre le miroir horisontal à l'angle qu'on souhaite avec celui de l'alidade, en employant les mêmes divisions du limbe de l'instrument, on est maître de donner la valeur numérique qu'on souhaite à ces mêmes divisions, & de les faire servir pour déterminer l'angle qu'on veut observer; car on lui ajoute une quantité connue de l'autre angle, auquel on a mis déjà le miroir horisontal avec le zéro degré du limbe.

46. La position de la pinule ou de la lunette, pour observer la coincidence des deux images, dont les distances angulaires doivent être observées, ne change rien à la précision de l'observation; pourvu cependant que le plan de la réflection des rayons, & de la vision directe, soit parallele à celui du limbe. Pour déterminer l'endroit où l'œil de l'Observateur doit être appliqué, c'est-à-dire celui de la pinule ou de la lunette, il ne faut que chercher autour du limbe MR, ou des côtés NM & NR de l'instrument, un endroit d'où l'image de la surface étamée du miroir de l'alidade soit vue par réflection dans le miroir horisontal dont on veut se servir, après l'avoir mis au degré convenable pour l'angle qu'on se propose d'observer, moyennant la méthode des premiers Problêmes ci-dessus.

47. Supposons qu'on veuille observer par devant un angle de cent quarante degrés avec l'Octant de la figure 2 : faites le miroir A parallele au miroir N, ayant l'alidade à o degré; & puisqu'il y a quatre-vingt-dix dans le limbe, il faut seulement cinquante degrés de plus; mettez donc l'alidade à cinquante degrés du limbe, & faites que le miroir B soit parallele à N; remettez l'alidade à o degré, & tournez le cercle ZP (sans toucher les deux miroirs qui y sont fixés) jusqu'à ce que le miroir B soit parallele au miroir N dans cette position, comme il a été dit dans le Problême I. Alors il ne vous reste qu'à chercher l'endroit entre NQ, duquel vous puissiez voir l'image réfléchie du miroir N sur le miroir A, que je suppose être l'endroit H; & c'est là qu'il faudra mettre la pinule avec la lunette, &c.

48. Lorsqu'on mene l'alidade au bout du limbe des instrumens de cette construction, pour trouver le parallelisme du miroir horisontal avec celui de l'alidade, on peut bien se servir de cette disposition de l'instrument, pour prendre aussi des angles par devant; ce qui ne manquera pas de réussir, pourvu qu'il y ait une distance convenable entre les deux miroirs. Voyez *la Note* (*X*). Mais alors il faudra compter les degrés observés

observés, dans un ordre rétrograde des nombres marqués dans le rang supérieur du limbe; ou les retrancher de quatre-vingt-dix degrés dans les Octants, & de cent vingt dans les Sextants, pour avoir leur valeur réelle. Le cas dont je viens de parler, est celui de la premiere opération dans la solution du premier Problême, n°. 14, où l'Observateur met l'alidade à 90 degrés dans les Octants, & à 120 degrés dans les Sextants; & tourne le miroir B pour le rendre parallele à celui de l'alidade. On peut rectifier par cette méthode le miroir de l'alidade; &, ce qui plus est, on peut rectifier les observations, comme je le dirai plus bas, n°. 164. On doit remarquer dans cette disposition de l'instrument, que les angles les plus grands ont une meilleure incidence sur le premier miroir; ce qui fait voir le désavantage qui résulte de la pratique ordinaire des Artistes, qui mettent presque toujours le miroir de l'alidade quelques degrés en avant de sa direction, comme dans la figure 5; d'où il s'ensuit que, pour observer des angles de cent vingt degrés & plus, on trouve quelquefois l'incidence des rayons trop oblique sur ce miroir. Pour obvier à cet inconvénient, on devroit le mettre dans une position tout-à-fait contraire, c'est-à-dire plusieurs degrés en arriere, comme je le fais ordinairement pratiquer aux Artistes qui suivent mes directions.

49. Supposons à présent qu'on veuille observer par derriere un angle de cent soixante-quinze degrés: & qu'on veuille rectifier cette observation, en prenant son supplément, cent quatre-vingt-cinq degrés, avec l'instrument tourné dans le sens contraire. Nous savons déjà par le Problême II, n°. 19, qu'il faut tourner le miroir A deux fois quarante-cinq degrés, pour que le cent quatre-vingtieme degré de l'observation par derriere tombe dans le o du limbe; mais, comme nous voulons observer encore cinq degrés au-delà des cent quatre-vingt, il nous faudra faire en sorte que le degré cent quatre-vingt, au lieu de tomber dans le o degré, tombe dans le degré cinq du limbe. Ainsi, après avoir fait tourner le miroir A par la premiere opération quarante-cinq degrés, qui valent quatre-vingt-dix degrés, par la propriété essentielle de ces instrumens à réflection, on doit prendre seulement quarante-deux degrés trente minutes (85 d.) dans la seconde opération du Problême II. Pour lors on aura l'angle de cent soixante-quinze degrès avec l'alidade sur les dix degrés du rang supérieur du limbe: &, en tournant l'instrument dans l'autre sens, on trouvera le supplément au cercle entier, qui sont les cent quatre-vingt-cinq degrés en question, en mettant l'alidade au o degré du limbe.

50. Par un pareil raisonnement on verra, qu'après la premiere opération du Problême I, n°. 14, la coincidence de deux objets diamétralement opposés doit se trouver en mettant l'alidade au quatre-vingt-dixieme

degré du rang ſupérieur du limbe ; ce qui ſerviroit à bien rectifier cette opération ; mais l'interpoſition de la tête de l'Obſervateur empêchera de voir l'objet qui eſt derriere. Probablement, quelque Curieux trouvera le moyen d'y réuſſir, en ajoutant un troiſieme miroir ; ce qui rendroit peut-être l'inſtrument trop compliqué & moins à la portée de toutes ſortes d'Obſervateurs.

51. La méthode dont je viens de parler dans le n°. 49, eſt très-exacte pour rectifier la poſition du miroir horiſontal pour obſerver par derriere ; car ſi l'on obſerve deux objets aſſez éloignés en ligne droite, ou dont la diſtance ſoit de cent quatre-vingt degrés ; & , qu'en tournant l'inſtrument, on trouve la même coincidence de leurs images, on eſt pour lors bien aſſuré que la poſition du miroir horiſontal eſt, comme il faut être pour obſerver par derriere.

52. De même, après avoir mis le miroir horiſontal qui ſert aux obſervations par derriere, à-peu-près perpendiculaire à une ligne imaginaire qui ſeroit produite ſuivant le plan du miroir de l'alidade, il ſera aiſé de rectifier exactement ſa poſition, en obſervant un angle de quatre-vingt dix degrés par devant & par derriere ſur chaque miroir horiſontal reſpectif, ſans mouvoir l'alidade, qui doit être toujours au degré quatre-vingt dix du limbe ; car on démontrera par un raiſonnement pareil à celui du n°. 39 & ſuivans, que ces deux angles doivent, quoiqu'obſervés différemment, tomber préciſément ſur le même degré du limbe. Il ſuffit que le Lecteur y faſſe un peu d'attention, pour ſe convaincre de cette vérité, & pour trouver peut-être plus que ce que j'avance. (*Voyez* le n°. 163).

53. M. Ludlam eſt le ſeul que je ſache, qui ait fait mention de cette Méthode, pour trouver l'erreur de l'alidade dans les Octants ordinaires ; & il paroît qu'il n'y penſa pas aſſez pour déclarer qu'elle eſt la maniere la plus ſimple & la plus exacte pour mettre ce miroir horiſontal dans la vraie poſition pour obſerver par derriere. Voyez le Traité que ce Savant compoſa en Anglois ſur les Octants de Hadley, dans le n°. 76 & 77, p. 53 de l'édition *in*-8°. de Londres, de 1771. Je ſuis fâché qu'il ait pris tant de peine pour enſeigner aux Marins à tenir compte des erreurs de l'alidade ou index ; puiſqu'il ne peut y en avoir aucune, lorſque l'Obſervateur prend le ſoin de rectifier ſon inſtrument avant de faire l'obſervation, tournant, autant qu'il eſt néceſſaire, le petit levier ou vis qui ſert à mettre le miroir horiſontal parallele à celui de l'alidade.

54. Cependant il y a des Obſervateurs négligens, & aſſez ignorans du méchaniſme de ces inſtrumens, qui n'oſent pas les toucher, & peut-

être aiment mieux s'exposer à quelque méprise dans l'application de cette correction. C'est une pratique que je ne puis approuver ; car je souhaite très-fort que tous les Observateurs s'empressent de bien connoître la nature & la construction de leurs instrumens : qu'ils tâchent de s'affranchir, autant qu'il est possible, de l'esclavage de se voir dépendans de la fantaisie & de l'humeur des Artistes qui ne sont bien souvent que de simples Artisans, sans la moindre connoissance théorique ; & qu'enfin ils sachent tirer tout le parti possible du plus petit nombre d'instrumens, en augmentant l'extension de leurs usages.





DESCRIPTION
ET USAGE
DES QUARTS DE CERCLE A RÉFLECTION,

*connus sous le nom d'*Octants & Sextants Anglois.



Propriétés générales de ces Instrumens.

55. LA forme de ces instrumens consiste dans un Secteur égal à la *huitieme* ou *sixieme* partie du Cercle ; ce qui vérifie les noms d'*Octants* & *Sextants* qu'on leur donne, en y ajoutant l'épithete nationale du Pays où ils furent inventés.

Ces instrumens sont sans contredit les plus avantageux de tous ceux qu'on connoît, pour prendre des distances angulaires, & même les seuls sur lesquels on puisse compter, pour observer sur Mer, selon l'aveu général de tous les bons Marins.

On les emploie aussi avec le plus grand succès, pour observer sur terre ; car il n'y a aucun autre instrument qui, ayant un rayon égal, soit si peu volumineux, si aisé dans la pratique, ni d'un prix aussi modique que cette espece d'instrumens.

56. La propriété essentielle de ces instrumens consiste à viser par des rayons directs à un des deux objets dont on veut mesurer la distance angulaire, tandis qu'on voit l'image de l'autre objet unie avec lui, moyennant une double réflection sur deux petits miroirs, dont l'instrument est garni. On sait que la différence angulaire entre deux objets vus par réflection, est toujours double de l'angle entre l'œil & le corps réfléchissant ; &, par conséquent, si un miroir tourne sur un axe, c'est-à-dire, s'il change d'inclinaison ou position, le mouvement angulaire des images qu'il représente, est double de celui du miroir, comme on le verra démontré dans le n°. 13 de la Note H ci-dessous.

57. Ainsi, les Octants, dont le limbe n'est que de 45 degrés, servent

pour mesurer des angles jusqu'à 90 degrés de distance : & les Sextants, jusqu'à la distance angulaire de 120 degrés ; quoique leur limbe n'excede point un arc de 60 degrés. Cependant il est fort avantageux que les Octants & Sextants aient leurs arcs au-delà de 45 & 60 degrés, particuliérement les Octants ne devroient pas mesurer moins que 100 ou 110 degrés dans leur limbe ; car il y a des occasions où l'on est bien gêné sans cet avantage, qui d'ailleurs ne peut pas rendre l'instrument beaucoup plus cher.

58. Le volume de ces instrumens est en effet réduit à la moitié ; parce que les demi-degrés y mesurent des degrés entiers. Mais c'est à cause de cette propriété même, qu'on ne peut trop recommander à tous les Observateurs de ne pas employer des instrumens de cette espece, sans qu'ils soient parfaitement bien divisés ; ou du moins, que les Observateurs soient en état de connoître bien exactement les défauts de leur division, pour en tenir compte dans les observations. Car, comme on vient de voir, toutes les erreurs qu'il y auroit dans la division de leur limbe, deviendroient doubles dans l'observation.

59. Un autre avantage de ces instrumens consiste en ce qu'on peut les employer pour observer le supplément des angles au-delà de 90 deg. moyennant un troisieme miroir qu'on leur ajoute ; de façon qu'un seul Octant, dont le limbe est de 45 degrés, peut servir pour mesurer tous les angles du demi-cercle, depuis le zéro degré jusqu'à la distance de 180 degrés, c'est-à-dire, depuis l'union des deux objets jusqu'à la position dans laquelle ils se trouvent diamétralement opposés en ligne droite.

60. Mais la propriété qui rend ces instrumens les plus avantageux pour les observations sur Mer ; c'est qu'ils n'ont pas besoin d'une grande stabilité lorsqu'on les emploie. Car, pourvu que l'Observateur puisse voir distinctement les deux objets dans le champ de son instrument ; aucun mouvement, aucune vacillation ne peut lui nuire.

61. Les deux objets étant une fois joints ensemble, ils y restent inséparables, malgré le mouvement, & la vacillation que le Navire pourra communiquer, soit à l'instrument, soit à l'Observateur ; parce qu'ils ne se détachent que par le mouvement de l'alidade. On aura une idée bien plus ample des avantages de ces instrumens, lorsqu'ils seront construits de la maniere décrite dans le Mémoire précédent. Je vais donner en détail la description de toutes les parties dont ces instrumens sont composés, en commençant par ceux qui sont communément en usage ; & je montrerai ensuite la maniere-pratique de s'en servir.

Description du corps de ces Instrumens.

62. La figure 10, planche 2, représente un Octant de la construction ordinaire, d'environ dix-sept pouces de rayon. Si c'étoit un Sextant, il auroit le limbe plus grand ; savoir de 60 degrés, au lieu de 45 degrés, qui est la longueur de celui des Octants. Le corps, ou assemblage NMR, qui forme le plan de l'instrument est ordinairement de bois. Mais il est beaucoup plus avantageux lorsqu'il est de métal, c'est-à-dire, de cuivre jaune : pour qu'il ne soit sujet à aucune altération dans sa figure par l'humidité, ou par la contraction des fibres du bois, &c. On fait le corps de ces instrumens de cuivre jaune en deux manieres ; savoir, le tout d'un morceau de fonte, assez épais pour qu'il ne plie pas aisément, lorsqu'on en fait usage ; mais alors il devient un peu lourd.

63. L'autre maniere consiste à faire le plan d'une plaque de métal mince, mais garnie de trois barres ou tringles de métal, d'environ une ligne d'épaisseur sur quatre lignes de largeur, qui sont perpendiculaires par dessous le plan de l'instrument : une depuis N jusqu'à M, une autre d'N jusqu'à R ; & une troisieme, pliée en portion de cercle, en dessous du limbe, depuis R jusqu'à M. Ces barres sont bien solidement fixées au plan inférieur par plusieurs vis, comme si le tout étoit d'une seule piece. Dans ce cas, le corps de l'instrument étant d'une lame de métal peu épaisse, il devient bien plus léger que si le tout étoit fondu ensemble & massif ; & en même temps il est très-ferme, sans être sujet à plier en aucun sens, tandis qu'on en fait usage.

64. Toutes sortes de courbures, dans le plan de l'instrument ou de son limbe, produiroient nécessairement une altération considérable dans les proportions respectives de chaque partie ; & par conséquent causeroit des erreurs dans les observations.

On doit couvrir toute la surface de métal qui paroît à la vue, dans ces instrumens, de vernis jaune, pour qu'il ne soit pas noirci par les impressions de l'athmosphere, & par les vapeurs de la Mer ; mais les divisions du limbe ne doivent être aucunement vernies : c'est assez de le frotter de temps en temps, mais très-légérement, avec un petit linge qui soit imbu d'un peu d'huile d'olive, pour l'empêcher de ternir & de devenir noir.

De l'Alidade.

65. L'alidade *NnPD* doit être de cuivre jaune. Elle doit avoir en dessus une barre ou tringle de métal qui lui soit perpendiculaire au milieu & dans toute sa longueur, comme on le voit dans celle de la figure

11 & 12, par les mêmes motifs qu'on vient de remarquer dans les numéros précédens. Cette alidade a une ouverture quarrée, dans la partie inférieure *P D*, qui rase les divisions du limbe; & contient celle du *Nonius*.

66. Il y a au-dessous du bout D une vis, comme celle de la figure 20, qui sert à l'arrêter dans l'endroit qu'on veut, du limbe, lorsqu'on observe. Outre cette vis, il y a aussi un ressort, qui sert à pousser constamment ce bout de l'index contre le limbe, lorsqu'on le glisse le long du limbe, depuis M jusqu'à R.

67. On a ajouté aux meilleurs instrumens une autre vis de rappel, marquée par S dans les figures 11 & 12, dont l'usage est de faire mouvoir l'alidade très-lentement, & avec beaucoup de justesse, après qu'on l'a arrêtée par dessous avec la vis dont je viens de parler, représentée dans la *figure* 20.

68. Un des côtés de l'ouverture quarrée de l'alidade est taillée en biais; & c'est sur cette surface qui rase les divisions du limbe, qu'on grave le *Nonius* dont on parlera dans le n°. 76.

Le bouton Q, *figure* 10, sert à arrêter l'alidade, pour qu'elle ne passe pas au-delà du zéro degré. Ce bouton est mobile, de façon qu'on peut le tourner de côté, lorsqu'on veut faire passer l'alidade en arriere du zéro degré. C'est une piece fort inutile dans ces instrumens.

69. Le mouvement de l'alidade se fait sur le centre de l'instrument (entre *Nn*) qui est celui de l'arc du limbe MR. C'est un axe de métal, qui sert à ce mouvement. Les meilleurs instrumens ont cet axe d'acier très-bien tourné & poli, dans une forme un peu conique, qui tourne dans un barrillet très-uni de métal de cloche, composé de cuivre & détain. Ce métal est très-dur & compacte, ce qui facilite le mouvement uniforme & doux de l'axe de l'alidade, sans cette espece de petites secousses ou sauts, qui sont causés par la cohésion du frottement entre les surfaces des autres métaux.

70. Le barrillet est immobile dans le centre de l'instrument; & c'est de ce centre que l'on trace l'arc du limbe avec toute l'exactitude possible; au défaut de quoi la moindre excentricité de l'axe de l'alidade produiroit des erreurs d'autant plus considérables, que le rayon seroit plus petit, comme on l'a remarqué dans le n°. 25 du Mémoire. (*Voyez aussi le* n°. 2 *de la Note* P).

La position de l'alidade sur le limbe de l'instrument, lorsqu'on fait quelque observation, sert à marquer le nombre de degrés & de minutes, qui est la valeur de l'angle observé.

Du Limbe de ces Inſtrumens.

71. Le limbe des Octants ſert à meſurer des angles de 90 degrés, ou un peu plus (n°. 57) qui ſont la valeur des 45 ou 46 degrés de ſon arc, comme on peut le voir par la Note H, & particuliérement par le n°. 13 de la même note. De même, les Sextants n'ont qu'un arc de 60 degrés ou un peu plus; & leur limbe ſert à obſerver des angles juſqu'à 120 degrés & plus. Chaque degré du limbe eſt ſous-diviſé ordinairement en trois parties, dont chacune contient vingt minutes, & quelquefois en deux moitiés, dont chacune vaut trente minutes. Et c'eſt par la diviſion du *Nonius*, dont on parlera tantôt (qui ſe trouve gravé ſur un des côtés de l'ouverture quarrée de l'alidade, parallele au cercle du limbe) qu'on diſtingue fort aiſément le nombre de minutes au-deſſous de 20′ ou 30′, ſelon que les degrés ſont diviſés par tiers ou par moitiés.

72. Ces degrés ſont notés, ſelon l'ordre rétrograde des nombres de la droite à la gauche, comme on le voit dans les *figures* 1, 10 & 11; & ce ſont ces nombres qui montrent la valeur des angles, lorſqu'on obſerve *par devant*. Mais, lorſqu'on obſerve par derriere, ces nombres ne montrent que les ſupplémens des angles ainſi obſervés, & par conſéquent ſont dans un ordre contraire de la gauche à la droite; de façon que le *zéro* degré du limbe correſponde au 180 degré obſervé par derriere. Le 10ᵉ degré du limbe montre le *cent ſoixante-dixieme*, & ainſi de ſuite juſqu'au degré 90 au bout R du limbe, où le 90ᵉ degré de l'obſervation par derriere, concourt également avec le 90ᵉ des nombres qui montrent les obſervations par devant.

73. En général, lorſqu'on obſerve par derriere, les nombres, que l'alidade marque dans le limbe, ne ſignifient que les ſupplémens des angles obſervés. Par exemple, ſi, en obſervant un angle par derriere, on trouve par l'alidade que le nombre marqué eſt de 89 degrés 26 minutes, alors ſon ſupplément 90 degrés 34 minutes ſera la vraie valeur de cet angle. De même, 40 degrés 35 minutes du limbe montrent un angle de 139 degrés 25 minutes, obſervé par derriere, &c.

74. Le limbe des Sextants ordinaires ne differe des Octants que dans la grandeur de ſon arc, qui eſt de 60 degrés pour le moins. Les Artiſtes n'y mettent plus, depuis quelque temps, le miroir A pour les obſervations par derriere; mais c'eſt dépouiller cet inſtrument d'un avantage fort conſidérable; car on a ſouvent beſoin de meſurer des angles bien au-delà de 120 degrés.

75. On y doit appliquer la même méthode pour compter les degrés obſervés

observés par derriere, comme je viens de le dire dans le numéro précédent. Mais je crois moins embarrassant d'avoir deux rangs de nombres séparés par une ligne ondoyante, comme on le voit dans la *figure* 12, pour y trouver séparément les nombres de chacune de ces deux observations, sans avoir besoin de prendre les supplémens des nombres indiqués, lorsqu'on observe par derriere.

Du Nonius.

76. Cette division est généralement attribuée à Pedro Nûnes, (*Petrus Nonius*), célebre Mathématicien Portugais du seizieme siecle, dont elle porte le nom, quoiqu'on ait voulu lui en donner un autre depuis peu, sans aucun droit bien décisif pour cette innovation. (*Voyez* la note O.)

Cette piece consiste ordinairement en vingt divisions égales à 19 tiers de degré : ainsi chacune de ces 20 divisions du *Nonius* est plus petite d'un vingtieme que chaque tiers de degré; de façon que, si la premiere division du *Nonius* marquée par *zéro*, coincide avec celle d'un degré quelconque, ou avec celle qui en marque le premier ou le second tiers, la seconde du Nonius sera éloignée d'un vingtieme de tiers (c'est-à-dire, d'une minute) de celle du tiers suivant : la seconde sera à deux minutes de l'autre tiers; la troisieme à 3 minutes de l'autre, & ainsi de suite.

77. Par conséquent, lorsqu'on trouve la premiere division (le *zéro* du *Nonius*) un peu au-delà d'une division quelconque du limbe, il n'y a qu'à regarder quelle est celle des divisions du *Nonius*, qui correspond exactement avec une du limbe, & son nombre montrera combien de minutes il y a de plus au-delà du dernier degré ou tiers de degré de la division du limbe.

78. Supposons par exemple que le zéro du *Nonius* de l'alidade se trouve un peu au-delà du second tiers après le degré 42 du limbe, lorsqu'on vient d'observer un angle : & qu'on voit que c'est la huitieme division du *Nonius* qui correspond exactement avec une des divisions du limbe : dans ce cas les 42 degrés & les deux tiers de degré, dont chacun vaut 20 minutes, font 42 *degrés & 40 minutes*, qui, avec les 8 minutes marquées par les *Nonius*, font la somme totale de 42 *degrés* 48 *minutes* pour la valeur de l'angle observé.

79. Par cette maniere on trouve les degrés & les tiers de degré gravés tout entiers sur le limbe, en allant de M jusqu'à R, c'est-à-dire, depuis 0 degré jusqu'à 90 degrés dans les Octants, & jusqu'à 120 degrés dans les Sextants, en observant par devant. Mais, pour un nombre de minutes au-dessous de 20, on ne les trouve que par le moyen du *Nonius*. Lorsque les instrumens sont d'un rayon fort petit, on divise chaque

degré en deux moitiés ; & on fait le *Nonius* de 30 divisions, pour marquer les minutes au-dessous de chaque demi degré. (*Voy.* cet objet plus détaillé dans la *note W*). M. de Fouchy a trouvé une maniere fort ingénieuse pour subdiviser les petites portions du limbe, dont je ne puis m'empêcher de donner une idée dans la Note X.

Du Miroir de l'Alidade.

80. Les lettres *Nn* marquent une espece de chassis dans lequel se trouve le miroir de l'index, avec la surface réfléchissante tournée vers B. On voit le corps de ce chassis dans la *fig.* 13. La piece représentée par la *fig.* 14 entre dans le fond du chassis par derriere le verre, du côté qu'il est étamé ; de façon qu'en tournant la vis E, les rebords *ab*, *cd* de cette piece qui sont un peu élevés, se trouvent par-là appuyés contre les côtés du verre, dont on laisse tout exprès ces endroits sans étamage ; & de cette maniere on tient ferme le miroir dans cette boëte ou chassis.

81. Mais, comme il peut arriver que la pression de cette vis *E* fasse plier le verre tant soit peu, ce qui changeroit sa surface, laquelle doit être parfaitement plane ; on a le soin, dans les instrumens les mieux faits, de laisser seulement trois pointes, ou portions des bords de cette boëte, en forme d'agraffes, pour retenir le verre du miroir. La figure 27 montre cette même boëte ou chassis avec les 3 agraffes *b c a*, en forme de crochets, & c'est contre ces trois crochets que le miroir est appuyé, moyennant les 3 pointes *b c a* de la piece, figure 14, qui y sont vis-à-vis : car la vis E, figure 10, presse cette piece contre le verre du miroir, comme on vient de le dire. La boëte ou chassis *Nn*, toute entiere avec le miroir dedans, tient à l'alidade uniquement par la vis F ; l'autre vis G ne sert que pour la rendre bien perpendiculaire au plan de l'instrument, comme on le dira dans la suite.

82. Ce miroir *Nn* de l'alidade est étamé en entier dans les instrumens ordinaires : mais on le fait presque demi-étamé & demi-noirci dans les meilleurs instrumens, pour pouvoir prendre l'image du soleil réfléchie sur la premiere surface de la partie noircie de ce miroir, lorsque le soleil est très clair & brillant. Dans ce cas l'image, ainsi réfléchie, est bien mieux tranchée, & ne participe aucunement des imperfections qui peuvent se trouver dans l'autre surface postérieure, ni du défaut de parfait parallélisme, que ces deux surfaces pourroient avoir.

83. Lorsqu'on fait usage de cette surface obscurcie, on met la piece de la figure 19 devant la partie étamée : ou autrement on en éleve une autre dont quelques instrumens sont garnis, qui se trouve tout près du même miroir *Nn*, & qui tourne sur deux pivots. La partie noircie ou non étamée de ce miroir doit garder une certaine proportion avec la partie étamée, comme on le verra dans le n°. 100 & suivans.

Des Miroirs métalliques.

84. On faisoit, il y a quelques années, le miroir de l'alidade du même métal dont on forme les miroirs des télescopes à réflection : mais la difficulté de conserver le poli de ces miroirs métalliques, de leur éviter une espece de rouille qui les ternit en peu de tems, malgré tous les soins & les attentions qu'on prenoit en les conservant couverts d'une espece de sac de peau de chamois; & la cherté de ces miroirs, lorsqu'ils étoient bien plans & bien polis, ont dégoûté entierement les marins; ensorte qu'à peine en trouve-t-on quelqu'un qui les emploie aujourd'hui dans son instrument.

Du Miroir horisontal pour observer par devant.

85. La lettre B marque le petit miroir horisontal qui sert pour observer par devant. Ce miroir est étamé dans une moitié; l'autre moitié est transparente & sans étamage. La moitié étamée est la plus proche du corps de l'instrument. Ce petit miroir est placé aussi dans une petite boëte ou chassis, à peu près comme celle *N n* de l'alidade, à l'exception que la partie, correspondante à la moitié non étamée de ce miroir, est ouverte & à jour.

86. Mais il vaut mieux laisser la partie transparente du miroir tout-à-fait découverte, sans aucune virole ou chassis qui puissent l'environner, comme l'on voit par les figures de M. Hadley dans les *Transactions Philosophiques*. On a alors le champ de vision plus découvert & libre pour chercher l'objet: & d'ailleurs le petit miroir n'est pas plus exposé à être cassé d'une maniere que de l'autre : sa petitesse le rend plus capable de résister à des chocs ordinaires, & le même accident qui le feroit casser étant à découvert, l'endommageroit également, s'il étoit dans la petite boëte. C'est par cette raison que les bons Artistes arrangent de cette maniere ces miroirs horisontaux, n'employant que le demi chassis ou boëte représentée par la figure 15, qui sert à retenir le verre de chaque miroir horisontal.

87. Les deux petites vis qui sont en *a* & *b*, *fig.* 15, poussent la partie W de l'équerre, *figure 16*, contre le verre qui est retenu par les bords *n m*, *c d* de la demi-boëte, & les deux rebords *r t*, *s u* de cette surface de la petite équerre, qui sont un peu élevés, font que cette équerre ne touche que sur les deux côtés du miroir, qu'on laisse tout exprès à découvert sans aucun étamage. Ce miroir B est arrêté avec son chassis sur un petit cercle épais de métal : & a la même méchanique que le miroir A dont je vais parler, pour tourner d'un côté ou de l'autre, & pour l'arrêter dans la position qu'il faut.

Du Miroir horisontal, pour observer par derriere.

88. Le miroir A, *figure* 10, est en tout semblable au miroir B, excepté dans son usage, qui est pour observer par derriere, au lieu que B sert uniquement pour observer par devant : c'est par cette raison que celui-ci est parallele au miroir de l'alidade, lorsqu'elle se trouve au 0 du limbe ; au lieu que le miroir A lui est perpendiculaire dans la même position.

89. Quelques Artistes ordinaires ne laissent plus qu'une petite bande transparente au milieu de ce miroir A, & étament tout le reste de sa surface ; mais c'est une méthode nuisible, qui rend son usage bien plus difficile dans la pratique, & qu'il faut éviter absolument.

De la monture des Miroirs horisontaux.

90. Chacun de ces miroirs horisontaux B & A, *figure* 10, est monté sur un cercle épais de métal qui tient à un autre marqué S par les deux vis O, L, qu'on voit distinctement de chaque côté du miroir A. La vis O du miroir B est cachée par derriere.

91. Ces deux vis servent pour mettre ces miroirs dans la position perpendiculaire au plan de l'instrument, comme on le dira dans la suite : car il y a un appui formé par un petit rebord, ou par deux pointes, au-dessous de chaque cercle respectif ; & en lâchant, par exemple, la vis L, & serrant l'autre vis O, ou en faisant le contraire, on fait pencher ce miroir, comme on le veut, en avant ou en arriere. Cette méthode est la plus commune : mais M. Dollond en a imaginé une autre bien plus commode, qui consiste à mettre chaque miroir horisontal sur un ressort qui est retenu & bandé par une vis, (*Voyez* les *figures* 11 & 12) & on peut tourner plus ou moins cette vis par le dos de l'instrument, tandis qu'on regarde l'objet, moyennant la clef de la *figure* 21.

92. Le cercle épais S, *figure* 10, a un axe qui passe à travers le plan de l'instrument, & porte à son bout un levier pour donner à chaque miroir horisontal la position qu'il faut, dans le sens du plan de l'instrument. Ce levier se trouve caché par derriere l'instrument dans la figure 10 ; mais on le voit représenté séparément dans la figure 24 ; *bc* est ce levier qui tient fortement au bout quarré de l'axe en question, marqué par de petits points, moyennant la vis *a*. Le bout *c* de ce levier entre dans l'échancrure de la petite pièce *dng*, qui est arrêtée au corps de l'instrument par la vis *e*.

93. Ce levier sert à donner un mouvement assez lent de rotation au miroir A, pour le tourner parallelement au plan de l'instrument, jusqu'à

ce qu'il ſoit ajuſté dans la poſition qu'il faut, comme on le dira dans la ſuite. On lâche pour cela la vis *p*, & on tourne, autant qu'il eſt néceſſaire, les deux petits bras de la piece *dn*, qui pouſſe la pointe *c* du levier ; &, lorſqu'on trouve le miroir dans la poſition qu'on veut, on ſerre la vis *p* pour le tenir ferme dans cette ſituation.

94. Cette eſpece de levier ſera d'autant plus commode pour produire très-lentement l'effet dont il s'agit, qu'il ſera plus grand : on peut également le faire en forme d'un Secteur, dentelé comme dans la figure 9. Le pignon *c* ſervira à le faire tourner d'un côté ou de l'autre ; & la vis *b*, à l'arrêter dans la poſition qu'il faut.

95. Les Artiſtes employent quelquefois une autre méthode pour donner le mouvement de rotation à ces miroirs. Ils travaillent en pas de vis un petit cercle épais de métal, qu'ils ajoutent au bout inférieur de l'axe de ces miroirs horiſontaux B & A, & ils y appliquent une vis ſans fin, qui produit le même effet.

96. Quelquefois cette vis ſans fin eſt adaptée à la partie ſupérieure du même cercle de métal, qui porte le miroir, comme on le voit dans les *figures* de M. Hadley ci-deſſus, auſſi bien que dans la *figure* 12 de la planche II, dans laquelle la lettre *a* marque le cercle de métal qui porte le miroir A, & *b c* eſt la vis ſans fin, qu'on fait tourner avec la clef repréſentée dans la *figure* 21, & qu'on garde dans l'endroit T (*figure* 11 & 12) du corps de l'inſtrument.

Des Miroirs horiſontaux des Inſtrumens nouveaux.

97. La *fig.* 11 repréſente un des Octants nouveaux, dont les propriétés ont été expliquées dans le *Mémoire* précédent. Le miroir horiſontal B eſt celui qui ſert pour les obſervations par devant : il eſt monté ſur la plaque ou bras PV ; cette piece tourne dans l'axe du cercle dentelé ZP, moyennant le pignon *s*, qui eſt deſſous, & peut y être arrêté par la vis dont on voit ſeulement le bout *r*, qui ſerre une petite agraffe par-deſſous.

98. Ce cercle ZP peut être arrêté, ou mis en mouvement, par un pignon qui eſt deſſous, & par l'agraffe *w* à double charniere. Les lettres *v x* de la *figure* montrent les deux bouts du pignon & de la vis de l'agraffe, qui ſont par-deſſous. Il y a différentes échancrures ſur le bras NXM du corps de l'inſtrument, & une marquée K dans la partie intérieure du limbe ; cette derniere ſert pour y mettre la pinnule de la *figure* 23, lorſqu'on ajuſte le parallélisme du miroir B, comme il eſt dit au n°. 14 *du Mémoire*. Celle marquée X, ſert pour y mettre la même pinnule de la *figure* 23, lorſqu'on ajuſte le parallelisme du miroir A (n°. 14). Les

autres marquées par des nombres, montrent où la pinnule doit être mise, lorsque l'instrument est rectifié pour observer des angles plus grands que son limbe, comme on le dira dans la suite.

99. La figure 12 représente un Sextant de la construction dont on a parlé dans le n°. 38. La plaque ou bras *da* porte les deux miroirs B & A: il est monté sur l'axe *d* du Secteur *fdr*, & on peut l'arrêter ou le mouvoir par le moyen d'un pignon & d'une agraffe à vis, qui sont par-dessous, dont les deux bouts paroissent en *a* & *t*. Le reste sera aisément entendu par la description, qu'on a déjà faite dans le Mémoire précédent.

Dimension & étamage des Miroirs.

100. La longueur de tous ces miroirs, dans le sens du plan de l'instrument, est arbitraire jusqu'à un certain point. Je trouve que la longueur de 2 pouces, ou de deux pouces & 3 lignes, est suffisante pour le miroir de l'alidade; & 10 ou 11 lignes pour celle de chaque miroir horisontal.

101. Mais la hauteur de ces miroirs, dans le sens perpendiculaire au plan de l'instrument, doit être la même pour tous les 3 miroirs: elle dépend de l'ouverture de la lunette, lorsqu'il y en a une adaptée à l'instrument. Mais, si quelqu'un vouloit employer un instrument de cette espece, uniquement pour mesurer des angles terrestres, sans faire aucun usage du soleil ou d'autre astre lumineux, il feroit mieux d'y mettre des miroirs horisontaux, dont la hauteur ne seroit au-delà de leur partie étamée, & sans aucune partie transparente; car elle n'est alors d'aucun usage, & au contraire elle devient un peu embarrassante.

102. Le miroir de l'alidade est ordinairement étamé en entier, comme je viens de le dire; mais il vaudroit mieux avoir 4 ou 5 lignes dans la partie supérieure, tout-à-fait dépolies & couvertes d'un noir mate pour les raisons qu'on verra ci-après. Les deux miroirs horisontaux sont étamés jusqu'à 4 ou 5 lignes de hauteur dans la partie inférieure, qui est la plus proche du plan de l'instrument; on laisse le reste de ces miroirs transparens, sans aucun étamage.

103. Lorsque l'instrument est garni d'une lunette, on regle alors la hauteur de l'étamage des miroirs horisontaux; ensorte que le milieu de l'ouverture de l'objectif de la lunette puisse correspondre au bord supérieur de la partie étamée de chaque miroir horisontal, lorsque l'axe de la lunette est parallele au plan de l'instrument, & qu'elle est le plus près de ce même plan. La partie supérieure qui est transparente, doit avoir environ deux diametres du même objectif, ce qui fait environ deux diametres & demi pour la hauteur totale.

104. Pour ce qui regarde la partie étamée du miroir de l'alidade, elle doit avoir environ un diametre & demi de l'ouverture de la lunette, & la partie non transparente ou noircie aura un peu plus d'un diametre. On verra par la table suivante toutes ces dimensions, conformément aux différentes ouvertures des lunettes.

Ces mesures sont en lignes & demi-lignes du pouce de pied de Roi de Paris.

Diametre de l'ouverture de la lunette.........	3	4	5	6
Hauteur totale des miroirs..................	9	11, $\frac{1}{2}$	14	16, $\frac{1}{2}$
Hauteur de la partie étamée du miroir de l'alidade.	5 $\frac{1}{2}$	7	8, $\frac{1}{2}$	10
Hauteur de la partie non étamée, & noircie mate.	3 $\frac{1}{2}$	4, $\frac{1}{2}$	5, $\frac{1}{2}$	6, $\frac{1}{2}$
Hauteur étamée des miroirs horisontaux.......	2	2, $\frac{1}{2}$	3	3, $\frac{1}{2}$
Hauteur de la partie diaphane des miroirs horis.	7	9	11	13

Du choix des Miroirs.

105. La grande difficulté pour trouver des miroirs, dont les surfaces soient parfaitement paralleles & planes, devroit obliger les marins à se pourvoir toujours de deux instrumens : l'un seroit employé uniquement pour observer les hauteurs du soleil & de la lune, leurs distances respectives, & celles de la lune aux étoiles; le second pour les autres observations. Le premier auroit, au lieu du miroir dans l'alidade, un verre bien plan, dont la surface postérieure seroit dépolie & couverte d'un noir mate, pour y recevoir les rayons du soleil ou de la lune.

Les miroirs horisontaux seroient des verres simples, sans aucun étamage, & seulement avec la partie qui devroit en avoir, bien dépolie & noircie mate, comme le verre de l'alidade. Le second instrument devroit être comme à l'ordinaire.

106. Mais comme on aime mieux avoir toutes les bonnes qualités réunies dans un seul instrument, je vais donner l'idée du choix qu'on doit faire des verres pour former les miroirs.

On place une lunette fixe vis-à-vis un objet immobile : on fait passer successivement chaque verre devant l'objectif; &, si ce verre est parfait, l'objet qu'on voit par la lunette ne doit point du tout changer de place. *Voyez* le n°. 128 sur ce même sujet.

107. Cependant, si les miroirs sont déjà faits, on peut les éprouver encore de différentes manieres : on prend le verre dans la main, & on y voit quelqu'objet brillant, & illuminé par le *soleil*, réfléchi sous un angle très-aigu. Si l'image réfléchie est bien tranchée & simple, cela prouve qu'il est bon. On peut faire usage d'une lunette qui grossisse 15 ou 20 fois,

pour voir plus distinctement cette image, ainsi réfléchie sous un angle bien aigu : lorsqu'on y voit deux images, cela montre que le miroir n'est pas bon. En outre quand on observe avec l'instrument l'image du soleil sous une incidence bien aiguë, comme, par exemple, avec l'alidade à 120 degrés du limbe des Sextants, on s'appercevra aisément de la bonté des miroirs : car l'image doit toujours être simple, bien tranchée & bien distincte.

108. Enfin, si l'on met le miroir de l'alidade à rebours dans le chassis après avoir pris un angle quelconque : c'est-à-dire, si, après avoir observé un angle avec l'instrument bien ajusté, comme on le dira à sa place n°. 173, l'on tourne le miroir de l'alidade, mettant en bas le bord supérieur, & en haut celui qui étoit en bas ; & qu'alors on le rectifie de nouveau, en le mettant parallele au miroir horisontal, & l'on fait l'ajustement nécessaire du n°. 173. Dans ce cas, si l'on observe le même angle, & que cette observation ne soit pas égale à la premiere, cela montrera que le miroir n'est pas bon. (*Voyez le* n°. 164).

109. Cependant, si les deux surfaces du miroir ne sont point paralleles, mais que l'intersection commune des deux plans soit parallele au plan de l'instrument ; pour lors ce défaut ne causera aucune erreur dans les observations, comme le même M. Hadley en a averti, lorsqu'il publia la construction de ces instrumens. Cependant il faut avouer qu'il n'est pas aisé de s'assurer de l'exacte position de cette intersection des deux surfaces en question : on peut néanmoins y employer une méthode à peu près semblable à celle du n°. 126.

110. Ce n'est pas assez que les deux surfaces de chaque miroir soient paralleles, il faut qu'elles soient parfaitement planes. On peut éprouver cela en observant avec l'instrument l'union de deux objets bien éclairés & distans l'un de l'autre, & faire courir les deux images ainsi unies le long du bord étamé du miroir horisontal ; en baissant l'instrument bien attentivement dans le plan qui passe par les deux objets : car, s'il y a quelque courbure ou convexité, on verra que les deux images se séparent ou se croisent ; mais sans une grande attention & une connoissance pratique de cette opération, on pourra se tromper aisément, dès qu'on laissera sortir le plan de l'instrument de la direction de celui qui passe par les deux objets ; parce que les images s'écarteront par cette cause, peut-être sans qu'il y ait aucun défaut dans les miroirs.

111. Si l'un de ces objets est assez lumineux pour avoir son image réfléchie sur la surface transparente du miroir horisontal, on pourra y examiner plus commodément la même union de son image avec l'autre objet,

objet, en prenant la précaution de bien conſerver le plan de l'inſtrument dans celui qui paſſe par les deux objets, tandis qu'on fait mouvoir leurs images le long de la ſurface du miroir horiſontal, dans un ſens parallele au plan du même inſtrument.]

Des Pinnules ſimples.

112. La piece H, (même *figure* 10), repréſente une pinnule pour obſerver *par devant :* elle a deux trous dont on peut fermer un à la fois, par le moyen d'une petite piece ou couliſſe qui le bouche. Le trou le plus près du corps de l'inſtrument, doit être à la même hauteur du bord ſupérieur de l'étamage du miroir B : il ſert pour obſerver l'image de l'objet, ou plutôt ſa moitié, réfléchie ſur la ſurface étamée de ce miroir; & l'autre moitié par des rayons directs, à travers la partie tranſparente du même miroir B. Le trou ſupérieur ſert pour obſerver l'image de l'objet réfléchie ſur la partie tranſparente du même miroir B ; ce qui eſt avantageux lorſqu'on obſerve le ſoleil, & qu'il n'y a aucun nuage ni brouillard ; car alors ſes rayons brillent aſſez fortement, pour former une image bien ſenſible ſur la premiere ſurface de ce miroir B.

113. On peut même, dans un cas pareil, prendre la premiere image du ſoleil ſur la partie noircie du miroir de l'alidade : alors il doit y avoir, dans la pinnule, un troiſieme trou à la hauteur de cette partie obſcure du verre *Nn*. On voit en K (même *figure* 10) une ſeconde pinnule entiérement ſemblable à la premiere, qui ſert pour obſerver par derriere ſur le miroir A.

Des Pinnules à tube.

114. Quelques Marins employent un tube de métal, monté ſur la pinnule, pour diriger plus aiſément la vue parallelement au plan de l'inſtrument; ce qui eſt en effet fort avantageux pour obtenir cette fin. Il faut alors que ce tube ſoit bouché du côté de l'œil de l'obſervateur, & qu'il y ait, dans cette extrémité bouchée du tube, les 3 trous dont on vient de parler dans le n°. précédent, ſelon les diſtances convenables. Outre cela, il faut mettre deux fils de métal un peu forts dans l'embouchure de l'autre côté, pour diviſer le champ de viſion en trois parties correſpondantes aux trois trous.

Des Pinnules à lunette.

115. Dans les meilleurs inſtrumens on fait ces pinnules, en ſorte qu'elles puiſſent porter une petite lunette : ordinairement ces pinnules ſont attachées au corps de l'inſtrument, ce qui eſt quelquefois incommode : mais on les fait auſſi détachées, pour les ajouter ſeulement lorſ-

qu'on en veut faire uſage. La *figure* 23 montre une de ces dernieres pinnules. Le cercle *ab* eſt compoſé de deux parties : celle qu'on voit de face, eſt à jour avec un pas de vis en dedans : elle eſt repréſentée comme bouchée par une piece ronde, avec un trou au milieu, ſoutenue par une goupille derriere la vis *a*, dont on parlera tantôt. Lorſqu'on détourne de côté cette piece, pour lors elle reſte dans la poſition qu'on voit marquée dans la figure par un cercle de points; on y peut alors monter la lunette de la *figure* 22, ſoit par le collet *bb* ou par le collet *aa* de cette lunette; car tous les deux ſont du même pas de vis. Ce cercle *ab* de la *firgure* 23 ne tient que par les deux petites vis *a* & *b* à celui qui eſt derriere : ce dernier eſt d'une ſeule piece, avec une tige quadrangulaire ou même triangulaire (ce qui vaut mieux), laquelle paſſe au-dedans du corps cylindrique *ce* : cette tige peut être pouſſée en haut vers *a*, ou en bas vers *e*, par le moyen de la vis *f*. Il y a une petite vis à côté du cylindre *ce*, qui ſert à pouſſer cette tige contre l'angle oppoſé, pour éviter qu'elle ſoit chancelante dans ſon chaſſis.

116. Le corps *gd fig.* 23 eſt une eſpece d'anneau, qui entre à vis ſur le corps cylindrique *ce*; de façon que, pour monter cette pinnule, par exemple, dans l'échancrure ſémi-circulaire X de la *fig.* 11, on fait entrer les deux pointes *co* de la *fig* 23 dans les deux trous *oo*, qui ſont de chaque côté ; &, en ſerrant l'anneau *gd* de la même *figure* 23, la pinnule reſte auſſi ferme qu'il le faut. On peut employer également cette pinnule ſans aucune lunette : on obſerve alors par le trou qui eſt au milieu, lorſqu'elle eſt bouchée par la piece ci-deſſus : mais il faut avoir alors des marques ſur la tige quarrée ou triangulaire *be*, qui ſoient correſpondans aux différentes hauteurs dont on a parlé au nº. 112 & 113.

De la Lunette.

117. La lunette eſt repréſentée dans la *fig.* 22; elle a deux collets à vis, pour être montée dans la pinnule de la *fig.* 23. Celui *bb* eſt le plus éloigné de l'objectif : c'eſt par lui qu'on la monte dans la pinnule pour obſerver par devant; mais lorſqu'on veut obſerver par derriere, on la monte alors par l'endroit *aa*, parce qu'il y a toujours un fort petit eſpace entre l'endroit de la pinnule qui porte la lunette, & le verre A.

118. Les oculaires de cette lunette ſont convexes : on n'y en met que ſeulement deux; ce qui fait paroître les objets renverſés. Si l'on employoit plus d'oculaires pour redreſſer les objets, alors la longueur du total de la lunette deviendroit incommode pour ces inſtrumens. Elle doit groſſir environ 4 ou 5 fois le diametre des objets, & il eſt fort avantageux que ſon objectif ſoit achromatique à deux verres : ſon champ

doit avoir 7 ou même 9 degrés de diametre : & on le divisera en trois parties à peu près égales, par deux fils un peu épais de métal, qu'on met paralleles dans le foyer du premier oculaire, entre celui-ci & le second oculaire.

119. On ajoute au tuyau des oculaires une calotte, garnie d'un verre obscur pour regarder le soleil, sans s'offenser la vue, lorsqu'on l'observe pour la rectification de l'instrument. Si ce verre est trop foible, on peut le rendre plus obscur, en le passant sur la fumée d'une chandelle, du côté intérieur : mais il vaut mieux employer deux verres enfumés dans une coulisse pratiquée dans le bout de ce tuyau des oculaires. Ces verres étant proprement enfumés, de façon qu'ils soient bien plus foncés d'un bout que de l'autre, donnent l'avantage de pouvoir employer la nuance nécessaire pour affoiblir les rayons du soleil jusqu'au point qu'on le souhaite.

120. La lunette dont je viens de parler, montre les objets renversés ; mais on les voit alors beaucoup plus distinctement qu'en employant un oculaire concave pour les voir dans la position naturelle, ce qui est de très-peu de conséquence dans les objets célestes. Cependant il est bon d'avoir aussi un autre tuyau avec cet oculaire concave : on le fournit ordinairement avec la lunette, & on le garde séparément pour en user dans l'occasion. *Voyez la description d'une de ces lunettes dans la Note Y*). Quelques-uns employent un tube de métal sans aucun verre, (au lieu de la lunette), monté dans la pinnule, comme on l'a dit dans le n°. 114 : mais il n'y a rien qui approche de l'exactitude d'une bonne lunette, si elle est bien montée.

Des Verres obscurs.

121. La lettre J (*figure* 10) montre les verres obscurs : il y en a trois, & on les voit représentés séparément de l'instrument, dans la *figure* 17, sous la forme ordinaire. On devroit avoir deux assortimens de ces verres obscurs, particulierement lorsqu'on n'a pas de lunette ; car il faut affoiblir l'image du soleil (n°. 167) derriere les miroirs horisontaux, lorsqu'on rectifie l'instrument par cet objet, &, dans le même temps, on doit affoiblir aussi, mais à un moindre degré, l'image réfléchie du miroir de l'alidade. Un des verres de chaque assortiment est rouge très-foncé, l'autre est le moins foncé, & le troisieme est ordinairement vert ; on les applique pour affoiblir les rayons du soleil, plus ou moins, selon qu'ils sont plus ou moins éclatans, jusqu'à ce que la vue puisse les supporter. Il est nécessaire d'affoiblir aussi proportionnellement ceux de la lune, lorsqu'on l'observe.

122. Comme tous les trois verres sont montés dans une charniere *a*, *figure* 17, on peut employer chacun séparément, ou plusieurs ensemble,

ſelon qu'il le faut, tandis que le reſte eſt tourné de l'autre côté. Lorſqu'on obſerve par devant, on met la tige qui porte ces verres dans le trou quarré plus proche du miroir de l'alidade : on le voit marqué par *a* dans la *figure* 11. Pour obſerver par derriere, on la met dans l'autre trou marqué *b*, qui eſt un peu plus bas ; &, lorſqu'on veut affoiblir les rayons directs dans l'ajuſtement de l'inſtrument, on met cette tige par derriere les miroirs horiſontaux, dans les trous qui s'y trouvent pour cela.

123. Mais, lorſqu'on veut avoir un angle inſtrumental (*voyez Note* H, n°. 1) aſſez aigu pour tirer le plus grand parti de ces inſtrumens, il faut arranger alors ces verres noirs dans une autre eſpece de chaſſis repréſenté par la *figure* 18, dont les deux côtés latéraux ſont reſſort, pour ſoutenir en haut ceux qu'on ne veut pas employer dans l'obſervation.

124. Il n'eſt pas douteux qu'une couliſſe ſimple de deux verres, appliqués l'un contre l'autre, & enfumés graduellement, bien moins obſcurs à une extrémité qu'à l'autre, ſeroit moins embarraſſante & plus avantageuſe que l'attirail ordinaire des trois verres colorés. (*Voyez le* n°. 143).

Maniere d'examiner les Verres obſcurs, & ceux qu'on veut enfumer, ou, dont on veut faire des miroirs, &c.

125. La méthode la plus ſimple pour examiner ces verres eſt de les monter dans l'inſtrument, & d'obſerver le ſoleil, en amenant ſon image réfléchie en contact avec l'autre image, vue par viſion directe au travers de la partie diaphane du miroir horiſontal, qu'on a ſoin de garnir d'un verre enfumé. On fixe l'alidade dans cette poſition, & on tourne le miroir obſcur dans ſon chaſſis, pour voir ſi le contact de cette image eſt altéré, ou non : dans ce dernier cas le verre obſcur eſt parfait.

126. Mais dans le premier cas il n'eſt pas bon. Cependant on peut s'en ſervir, ſi on le met dans une poſition telle, que l'interſection de l'inclinaiſon de ſes ſurfaces ſoit parallele au plan de l'inſtrument. Pour cet effet, il faut tourner encore le verre obſcur dans ſon chaſſis, juſqu'à ce qu'on voie le plus grand écart de la coincidence de cette image dans le ſens de la ligne perpendiculaire au plan de l'inſtrument : dans ce cas, cette deviation ne cauſera point d'erreur dans les obſervations, pourvu qu'on fixe dans cette poſition le verre en ſon chaſſis, ſoit en pliant un peu plus le bord qui l'arrête, ou en y mettant un peu de colle, de poix ou de cire, *&c.* pour le tenir ferme. On peut faire cette épreuve auſſi en amenant l'image du ſoleil en contact avec quelqu'objet, lorſque le ſoleil eſt près du midi : mais il faut faire cette opération avec une grande promptitude, de peur que la variation de la hauteur du ſoleil ne ſoit priſe ſur le compte de celle cauſée par le verre qu'on examine.

127. Si l'inſtrument eſt conſtruit ſelon les principes que j'ai détaillés dans le Mémoire qui précede ce Traité, on pourra reconnoître auſſi la valeur du vrai écart cauſé par chaque verre coloré, en faiſant deux fois l'opération du problême 3, n°. 24, l'une par le ſoleil avec le verre qu'on veut examiner, & l'autre par quelqu'autre objet bien diſtant, aſſez défini; car la différence de ces deux réſultats, diviſée par le nombre des fois que le verre a été employé, montrera l'erreur de la deviation, & il faudra par la ſuite tenir compte de cette erreur dans chaque obſervation. (*Voyez* auſſi le n°. 163 & ſuivant) Car toute rectification du limbe donnera des réſultats différens, lorſqu'on la répetera avec des verres qui changeront la vraie direction des rayons viſuels.

128. Il y a une autre méthode un peu plus laborieuſe pour examiner le parallelisme des ſurfaces de ces verres obſcurs, & de ceux dont on veut faire des miroirs, ou qu'on veut enfumer. On met les verres diaphanes ſucceſſivement dans un chaſſis bien ferme, qui ſoit fixe vis-à-vis l'objectif d'une lunette arrêtée ſolidement ſur quelque corps immobile; il faut que le foyer des oculaires ſoit garni de deux fils en croix : on regarde quelqu'objet éloigné à travers d'un verre tranſparent : s'il eſt parfait, on ne trouvera pas que l'objet, vu par la lunette ſous quelqu'un des fils qui en croiſent le champ, change de place, lorſqu'on fait tourner le verre tranſparent dans ſon chaſſis; mais ſi l'objet change de place dans le champ de la lunette, alors les ſurfaces de ce verre ne ſont point paralleles. Néanmoins on pourra trouver, par cette méthode, la vraie interſection des deux ſurfaces, pour l'employer ſans riſque d'erreur, ſelon le n°. 109.

129. Lorſque ce ſont des verres colorés, comme dans le cas préſent, on prend un objet lumineux qui ſoit immobile; mais s'il n'eſt pas aſſez lumineux, on peut recueillir avec une lentille les rayons d'une lampe à pluſieurs meches; &, par le moyen d'un oculaire qu'on applique à ſon foyer, on fera ſortir cette lumiere ainſi raſſemblée, ſenſiblement parallele, juſqu'à tomber ſur le verre qu'on veut éprouver, & qu'on employera ſelon la méthode ci-deſſus.

De la Mire directrice pour obſerver par derriere.

130. La lettre W, *figure* 10, montre une eſpece de mire pour viſer directement à l'objet, lorſqu'on l'obſerve par derriere, ſans employer la lunette : cette piece ſert pour conſerver le plan de l'inſtrument dans la direction de celui, qui paſſe par les deux objets qu'on compare, & par l'œil de l'obſervateur : elle eſt fort utile & même néceſſaire pour cet effet,

ſans quoi les obſervations ne peuvent pas être bien faites. M. Hadley l'avoit recommandée dès le commencement de la publication de ces inſtrumens, & par une négligence inexcuſable, elle fut omiſe pendant long-tems par les Artiſtes. C'eſt une eſpece de couliſſe perpendiculaire au plan de l'inſtrument, qu'on met à la hauteur du trou correſpondant de la pinnule K, en l'ajuſtant ſelon le nombre qui doit répondre à celui de la pinnule, par lequel on veut obſerver. M. Hadley employoit cette piece avec une ouverture garnie d'une croix compoſée de deux fils, qui doit être conſervée dans ces inſtrumens, lorſqu'ils ne ſont pas garnis d'une lunette. Le fil perpendiculaire au plan de l'inſtrument ſert pour mieux conſerver ſa perpendicularité dans les obſervations à l'horiſon ; & l'autre fil vertical, qui eſt parallele au plan de l'inſtrument, ſert pour aider à le conſerver dans le plan qui paſſe par les objets qu'on obſerve, & par l'œil de l'obſervateur.

De la Directrice, pour obſerver par devant.

131. On voit par la deſcription que M. Hadley donna de cet inſtrument, que la pinnule oculaire & cette directrice étoient toutes deux fixes ſur une même piece ; & qu'on devoit les appliquer également à l'obſervation par devant, & à celle par derriere. Il eſt étrange que perſonne n'ait ſongé à rétablir une piece ſi importante pour l'obſervation par devant, lorſqu'on n'employe point la lunette. Je l'ai marquée par des points dans la *figure* 10, par derriere le miroir B.

132. Cette directrice doit avoir également une croix de deux fils, comme la premiere W de l'obſervation par derriere, & on fera deux marques correſpondantes à la hauteur des deux trous de la pinnule H, les plus éloignés du plan de l'inſtrument, pour la mettre à chacune de ces hauteurs, lorſqu'on voudra obſerver l'image réfléchie du ſoleil ſur la partie tranſparente du miroir B.

De la poſition reſpective des Miroirs, des Pinnules, & des Verres noirs de ces Inſtrumens.

133. J'ai déjà remarqué ci-deſſus, dans le n°. 48 du Mémoire précédent, que les Artiſtes rendoient un très-mauvais ſervice à ces inſtrumens, en mettant le miroir *Nn*, *figure* 10, dans une direction de pluſieurs dégrés en avant de la ligne, qui, partant du centre ou axe de l'alidade, en parcoureroit le milieu dans toute ſa longueur.

134. Car, à moins de mettre les miroirs horiſontaux énormément éloignés du côté NR de l'inſtrument, on aura toujours une incidence trop aiguë pour les rayons, qui viendront du miroir de l'alidade à chacun

des miroirs horisontaux, lorsqu'on observe des angles qui seront mesurés par les divisions vers le bout R du limbe. C'est par l'ignorance de ce principe, qu'on a objecté aux Sextans marins l'incidence trop oblique des rayons, lorsqu'on observe les angles les plus grands, comme on l'a remarqué dans le n°. 15 ci-dessus.

135. Le miroir *Nn* doit être tout au plus dans la direction de la ligne qui passe par le milieu de l'alidade, & non dans aucune autre qui la coupe sous quelqu'angle en avant: au contraire on trouvera de l'avantage à mettre ce miroir quelques degrés en arriere. Je donnerai une idée générale pour tirer le plus grand parti de ces instrumens, sans gêner les Artistes avec la détermination de leurs angles, qui d'ailleurs peuvent varier considérablement, selon qu'on désirera obtenir quelques avantages, préférablement à d'autres dont ces instrumens sont susceptibles.

136. Voici la regle pour fixer avec le plus grand avantage leurs distances respectives. Je suppose un instrument dont le rayon soit de 17 ou 18 pouces: tirez un arc sur la branche S, *fig.* 10, du corps de l'instrument, en mettant la pointe de votre compas dans le centre de l'alidade, &, pour cela, servez-vous d'un rayon de 6 à 7 pouces, (& même plus, si vous destinez votre instrument pour des angles fort grands). Marquez sur cet arc l'endroit pour placer le miroir A, à une ou deux lignes de distance de l'alidade; de façon qu'elle ne puisse le toucher, lorsqu'on l'ammenera aux dernieres divisions du côté R du limbe.

137. Prenez avec le compas la distance de deux pouces & demi, trois pouces, ou même trois pouces & demi, car j'ai vu des instrumens différens qui réussissoient fort bien avec toute cette variété dans les distances des deux miroirs: mettez la pointe du compas au centre de l'endroit marqué pour le miroir A: tracez y un arc de cercle vers la partie supérieure du centre de l'instrument. Tirez une ligne entre ces deux centres (du miroir A & du miroir *Nn*), & marquez y l'endroit du miroir B, en sorte qu'il soit tout-à-fait au dehors de cette ligne d'environ un sixieme ou d'un quatrieme de pouce, afin qu'il n'empêche point les rayons, réfléchis du miroir *Nn*, de tomber en A.

138. Pour ce qui regarde l'endroit pour placer la pinnule H, je suis d'avis qu'on la mette bien plus près du miroir *Nn* que la figure 10 ne le représente. Plus on la placera proche du centre de l'instrument, comme on le voit dans la *figure* 12, plus l'angle instrumental (dont je parlerai dans la *Note* H) sera petit, & moins les incidences des rayons sur le miroir *Nn* seront aiguës, lorsqu'on observera des angles de 120 degrés & plus par devant, comme il arrive dans les Sextants, ou des angles d'environ 90 degrés dans les Octants.

139. Mais, pour ces derniers, c'eſt aſſez de mettre la pinnule H à environ 2 pouces du centre de l'alidade; il faut qu'elle ſoit aſſez en arriere, pour que l'alidade ne la touche point, lorſqu'on la menera au bout des diviſions du côté M du limbe. La pinnule de la *figure* 10 eſt à environ 3 pouces 9 lignes du centre de l'alidade, qui eſt la diſtance ordinaire que les Artiſtes lui donnent; mais il vaut mieux que cette diſtance ſoit bien plus petite.

140. L'inclination des plans des trois miroirs eſt fort aiſée à déterminer; car, ayant mis chaque miroir en ſa place, on tourne petit à petit le miroir B & le miroir *Nn*, juſqu'à ce qu'on puiſſe voir, en regardant par la pinnule H, l'image réfléchie d'un objet diſtant & diſtinct par les deux réflections de N en B, & de B en H, unie en parfaite coïncidence avec le même objet vu par des rayons directs au travers de la partie tranſparente du miroir B. On arrête alors les deux miroirs dans cette poſition par deux goupilles, pour leſquelles on fait des trous de forez ſur la platine de chaque miroir, tandis que tous les deux ſont encore dans la même poſition.

141. On trouve la poſition du miroir A, en le mettant à angle droit; ou perpendiculaire à la ligne qui paſſe par la ſurface du miroir *Nn* prolongée, dont on a déjà fixé la poſition : l'endroit de la pinnule K doit être aſſigné dans la ligne qui paſſe par le milieu du miroir A, juſqu'à l'œil de l'obſervateur, lorſqu'il y voit l'image du miroir *Nn* réfléchie bien au milieu. Il vaut mieux ne pas mettre cette pinnule K trop près du miroir A, comme les Artiſtes le font ordinairement, & comme la *figure* 10 le fait voir : autrement il reſte fort peu de place pour y appliquer des pinnules à tube ou à lunette, dont on a parlé dans le n°. 114 & 115.

142. Il faut placer les verres obſcurs de façon qu'on puiſſe affoiblir les rayons réfléchis du miroir de l'alidade. On doit avoir auſſi des entailles ou trous, pour les mettre derriere les verres horiſontaux, lorſqu'on obſerve le ſoleil par des rayons directs dans la rectification par cet aſtre, & lorſqu'on en meſure le diametre. Les Artiſtes fixent l'endroit des verres obſcurs dans la ligne qui paſſe par les centres du même miroir *Nn* & du miroir B pour obſerver par devant; & dans la ligne qui paſſe par les centres du même miroir *Nn*, & du miroir A, pour les obſervations par derriere; en ſorte qu'ils puiſſent affoiblir les rayons de l'objet trop lumineux après la premiere réflection & avant la ſeconde; mais il arrive qu'en donnant un angle inſtrumental aſſez petit à la diſpoſition des miroirs; il reſte à peine de la place pour les appliquer ſans qu'ils cauſent un double effet, en s'interpoſant auſſi aux rayons incidens, lorſque l'alidade eſt près du zéro degré du limbe, ce qu'il faut éviter.

143.

143. Ainſi il ſera bien plus avantageux de ſuivre la méthode de M. Hadley, qui appliquoit ces verres obſcurs pour affoiblir les rayons incidens, avant la premiere réflection : particulierement, ſi l'on adopte l'uſage des verres enfumés dont j'ai parlé dans le n°. 124, on pourra adapter alors la couliſſe qui les porte, ſur une plaque qui tournera dans un centre pardeſſous la tête de l'inſtrument, à peu de diſtance du centre de l'alidade. Il y aura dans ce cas une autre plaque pareille du côté des miroirs horiſontaux, pour y monter cette couliſſe, lorſqu'on ajuſte l'inſtrument.

De la diſpoſition des Octants nouveaux.

144. La *figure 29*, *planche premiere*, montre la diſpoſition des Octants nouveaux. Tirez un arc du centre *n*, de 150 degrés depuis *r* juſqu'à *f*, avec un rayon de 15 ou 18 pouces : marquez le point *a* à la diſtance d'environ 2 pouces de la ligne *nr*, tirée du centre *n*, & à la diſtance de 7 pouces de ce même centre *n*; ce point *a* ſera l'endroit du miroir A : mettez la pointe du compas en *a* : tracez l'arc *ns*; tirez le rayon *nm* à 45 degrés du point *r*: la ligne *ax* qui paſſera par l'interſection de l'arc *ns* avec le rayon *nm*, montrera l'endroit de la pinnule pour trouver le paralleliſme du miroir A avec celui de l'alidade.

145. Tirez un rayon *nc* à la diſtance de 60 degrés du point *r*: & la ligne *ag*, tirée de *a* par l'interſection de ce rayon avec l'arc *ns*, montrera l'endroit de la pinnule pour obſerver juſqu'à 120 degrés, ſelon le Problême 1, n°. 14; & comme on l'a dit dans le n°. 47. Le rayon *nd*, à la diſtance de 65 degrés de *r*, montrera, par ſon interſection avec le même arc *ns*, par où doit être tirée la ligne *ah*, pour la pinnule qui ſervira à obſerver juſqu'à 130 degrés. De même, le rayon *ne*, à la diſtance de 70 degrés du point *r*, montrera par ſon interſection avec l'arc *ns*, par où doit paſſer la ligne *at* qui marquera ſur le bras *nm* de l'inſtrument l'endroit de la pinnule, pour obſerver juſqu'à 140 degrés. Enfin la ligne *au* qui paſſe par l'interſection de l'arc *ns*, avec le rayon *nf* à la diſtance de *ſoixante-quinze degrés* du point *r*, montrera l'endroit de la pinnule, pour obſerver juſqu'à *cent cinquante degrés*, ſelon le *Problême I.*

146. A préſent tirez une ligne *zu*, perpendiculaire au rayon *nm*, qui paſſe à la diſtance d'un pouce, ou environ, du centre *n*. Décrivez du centre *a* un arc *bz* qui coupe ſur cette ligne une corde de 45 degrés depuis *z* juſqu'à *b*, le rayon *ab* ou *az* ſera la longueur du bras PV, *fig.* 11, qui porte les miroirs horiſontaux du n°. 97, 85 & 88 : prenez la diſtance *bq* égale à *bn*, & tirez la ligne *bqk*, qui marquera ſur le limbe l'endroit où l'on doit mettre la pinnule K pour obſerver le parallelisme du miroir *b* avec le miroir *n*, lorſque l'alidade ſera à 90 degrés dans l'extrémité *r* du même limbe. Si l'on tire la ligne *zw* à une diſtance égale à celle de

la ligne zu au centre n; l'interſection qu'elle fera ſur le bras nm, montrera l'endroit de la pinnule, pour obſerver par devant ſur le miroir Z.

Diſpoſition des Sextants nouveaux.

147. Le détail qu'on vient de donner pour la conſtruction de ces Octants, étant une fois bien entendu, ſera ſuffiſant pour mettre les Artiſtes à même de faire les Sextants de la *figure quatrieme*, dont on a parlé dans le nº. 34, & pour ceux de la *figure cinquieme*. C'eſt aſſez de jetter les yeux ſur cette *figure*, & de lire avec un peu d'attention les numéros 36 & 37, pour ne pouvoir pas ſe méprendre. On en dit autant de celui repréſenté par la *figure* 12, dont on voit auſſi le deſſein original des diſtances reſpectives de ces parties, dans la *figure 6* de la planche premiere. Ce qui eſt dit dans les numéros 38 & 99, ſur cette ſorte de Sextans, eſt plus que ſuffiſant pour mettre les Artiſtes à même de bien exécuter ces inſtrumens.

RECTIFICATION
DES OCTANTS ET SEXTANTS MARINS.

De la Rectification du Miroir de l'Alidade.

148. LA rectification des inſtrumens eſt une opération fort eſſentielle, dont les bons Obſervateurs ne peuvent ſe diſpenſer pour compter, ſans héſiter, ſur les obſervations qu'ils font. On commencera par la maniere de rectifier la perpendicularité du miroir de l'alidade. Avant d'employer aucun de ces inſtrumens, il eſt fort important de bien examiner, ſi ce miroir eſt perpendiculaire au plan de l'inſtrument; car, ſans cette circonſtance, les obſervations ne pourront être exactes : & il peut fort aiſément arriver quelqu'accident qui jette ce miroir hors de la perpendicularité que l'Artiſte lui avoit donnée ; même il peut bien arriver que l'Artiſte n'ait pas eu le ſoin de le bien faire. Cette déviation du miroir de l'alidade cauſera des erreurs d'autant plus conſidérables dans l'obſervation, que les angles obſervés ſeront plus grands. Il eſt donc néceſſaire qu'un bon obſervateur ſoit en état de faire cette rectification en toute occaſion.

149. On doit avoir pour cet objet les deux pieces repréſentées par les *figures* 26 & 27 *. Premiérement on met l'Octant ou Sextant horiſonta-

lement sur une table, avec l'index & le limbe tournés en haut; en mettant, s'il le faut, quelque chose à l'entour, pour qu'il soit assez ferme. On tourne le bouton Q, *figure* 10, & on ôte la pinnule H, pour que l'alidade puisse sortir du limbe, jusqu'à ce qu'en regardant de l'endroit R, on voye l'image de l'œil représentée dans le miroir *N n* de l'alidade : & on met quelque chose sous le bout P D de l'alidade, pour qu'elle ne se plie point, & que son axe ne soit point forcé par le poids.

150. On prend la piece en forme d'équerre de la *figure* 27*, qui a un cheveu *c d* tendu en travers de la coulisse, & on le met à la hauteur de la partie étamée du miroir *Nn* de l'alidade : cela fait, on met l'autre piece de la *figure* 26 sur la surface du limbe en R, tournée vers le miroir *Nn*; de façon qu'en regardant par le trou *z*, on puisse voir son image réfléchie dans ce miroir.

151. On met à côté la piece qui a le cheveu tendu, & on fait monter ou descendre la coulisse *a b*, jusqu'à ce que les points *a* & *b* de cette coulisse, entre lesquels passe la ligne de points qui croise le trou *z*, se trouvent exactement à la hauteur du cheveu *c d*. On approche la piece 27* au miroir de l'alidade ; &, en regardant par le trou *z* de la piece qui est sur la surface R du limbe, on doit voir l'image de ce trou coupée exactement en deux, par le cheveu *c d* de l'autre piece qui est proche du miroir N*n*.

152. C'est assez de toucher légérement avec le doigt le miroir *Nn*, tandis qu'on regarde par le trou *z*, pour reconnoître s'il a besoin d'être poussé en avant ou en arriere, pour que le cheveu *cd* coupe en deux l'image de ce trou. Si l'on voit que le cheveu de la piece 27 * ne coupe pas exactement l'image du trou *z*, par lequel on regarde, cela marque que le miroir n'est pas bien perpendiculaire au plan de l'instrument: dans ce cas, on lui rend la perpendicularité nécessaire, en desserrant un peu la vis F, & serrant l'autre vis G, (*figure* 10); ou, *vice versâ*, en desserrant la vis G, & serrant d'autant la vis F.

153. Mais la méthode de M. le Chevalier de Borda, pour rendre le miroir de l'alidade perpendiculaire au plan de l'instrument, est beaucoup plus simple & plus aisée que celle dont je viens de parler : elle consiste à mettre l'instrument dans le sens horisontal sur une table, avec l'alidade vers le milieu du limbe. On ajuste les deux équerres, *figure* 26 & 27 *, avec leurs bords supérieurs, *m z*, *x u*, précisément à la même hauteur. On met une de ces pieces au bout du limbe vers M, & l'autre vers R, & on regarde l'image de l'équerre qui est en R, représentée dans le miroir *N n*, dans le même temps qu'on voit l'autre en M à son côté, par vision

directe. En tournant l'alidade tant soit peu en avant ou en arriere, on approchera de très près l'image réfléchie à celle vue par vision directe. Dans ce cas, les bords des deux coulisses paroîtront exactement à la même hauteur, lorsque le miroir *Nn* sera bien perpendiculaire au plan du limbe; autrement il faudra lui rendre sa perpendicularité par les vis FG, comme on vient de le dire (n°. 152). On a dans ce cas l'avantage de n'être pas obligé d'ôter l'alidade hors du limbe, ni de démonter la pinnule H, lorsqu'elle est fixe dans l'instrument, pour que l'alidade puisse sortir du même limbe; &, outre cela, les inconvéniens d'avoir l'alidade sans autre soutien ni connexion avec le corps de l'instrument, qu'uniquement par son axe, ne sont que trop considérables, pour ne pas donner la préférence à cette méthode sur la précédente.

Reconnoître si l'axe de l'Alidade est perpendiculaire au plan de l'instrument.

154. Après s'être assuré que le miroir de l'alidade est bien perpendiculaire au plan de l'instrument, il n'y aura qu'à faire la même opération sur la partie M du limbe, en poussant l'alidade encore plus loin, avec les mêmes soins de l'appuyer avec quelque chose par-dessous. Car si, en faisant la même opération du n°. précédent dans l'endroit M, & sur deux ou trois autres endroits du limbe, on trouve également que le miroir *Nn* est perpendiculaire au plan de l'instrument : on est pour lors sûr, que l'axe du mouvement de l'alidade est perpendiculaire aussi au même plan; mais, s'il ne l'est point, le plus court sera de faire usage d'un autre instrument, en cas qu'on puisse se le procurer. *Voyez la Note* Z & le n°. 165.

Rectifier la perpendicularité du Miroir horisontal, pour observer par derriere.

155. Tandis qu'on fera l'épreuve dont on vient de parler dans le n°. 149, on rectifiera la perpendicularité du miroir A, qui sert pour observer par derriere, en cas que l'instrument soit de la construction ordinaire. Voici comme on fait cette épreuve. On mettra l'œil par derriere l'alidade au delà de son miroir, jusqu'à ce qu'on puisse voir le miroir *Nn* de la même alidade, réfléchi dans le miroir A. On cherchera quelqu'objet assez distinct, & on fera coincider l'image vue par réflection, avec le même objet vu par des rayons directs à travers la partie diaphane du miroir A.

156. Si cette image ne coincide pas exactement avec son objet, mais qu'elle soit un peu plus au-dessous ou au-dessus dans le sens perpendiculaire au plan de l'instrument, en desserrant un peu la petite vis O,

(*figure* 10), & ferrant la vis L, ou en faifant le contraire, on rendra cette coincidence parfaite : & alors le miroir A fera parallele au miroir *Nn*, qui eft déjà perpendiculaire par le n°. 153 au plan de l'inftrument : & par conféquent le miroir A fera également perpendiculaire au même plan. Mais, fi le miroir horifontal a une feule vis *t*, *figure* 11 & 12, comme on l'a remarqué en parlant des miroirs horifontaux, numéro 91 ci-deffus, alors c'eft affez de la faire tourner d'un côté ou de l'autre avec la clef de la *figure* 21, pour le rendre bien perpendiculaire. On peut faire avec un peu d'adreffe cette même rectification de la perpendicularité du miroir A, pour obferver par derriere, en tenant l'inftrument à la main : c'eft généralement la méthode des Marins curieux, qui la répetent de tems en tems fur le tillac du vaiffeau par un objet célefte, ou par l'horifon, pour être plus affurés de la bonté de leurs obfervations. Mais les inftrumens nouveaux font bien plus aifés pour l'ajuftement de ce miroir qui fe fait alors avec une grande exactitude, comme on l'a vu par le *Problême II*, n°. 19.

Rectification de la perpendicularité du Miroir horifontal de l'obfervation par devant.

157. Pour ce qui regarde le miroir horifontal B, *figure* 10, qui fert pour obferver par devant, on l'éprouve & on le rectifie par la même méthode qu'on vient d'expliquer dans le n°. précédent, excepté qu'on aura l'alidade au *zéro* degré du limbe; alors le miroir B doit être parallele à celui de l'alidade, en l'éprouvant par la coincidence des deux images du même objet. S'il y a quelque défaut, on le corrigera par les vis refpectives L & O, ou par la clef de la *figure* 21, comme on l'a dit en parlant du miroir A, & comme on le répétera encore dans le n°. 173 *Voyez auffi le* n°. 175.

Rectifier le parallélifme de l'axe de la Lunette avec le plan de l'Inftrument.

158. L'importance de ce parallelifme eft reconnue depuis fort long-temps (*Note aa*). Voici trois méthodes pour s'en affurer. Montez la lunette dans l'inftrument, & tournez le tube des oculaires, qui eft garni de deux fils felon le n°. 118, jufqu'à ce que ces fils foient bien paralleles au plan de l'inftrument, comme on en pourra juger en regardant par la lunette. Cherchez deux objets affez diftincts, qui foient bien diftans l'un de l'autre; par exemple, le *foleil* & la *lune*, ou la lune & une étoile, *&c.* Plus ils feront éloignés d'environ 180 degrés (ou du moins 120 degrés, & 90 degrés, fi votre Sextant ou Octant n'ont point de miroir pour obferver par derriere) plus vous aurez de l'avantage pour cette opération. Pouffez l'alidade jufqu'à ce que les deux objets fe touchent près du fil qui eft le plus proche du plan de l'inftrument : arrêtez-y l'alidade;

ramenez ces deux images tout près de l'autre fil le plus éloigné du plan de l'instrument, en le tournant fort peu de ce côté; alors ces images ne resteront plus dans le même contact, à moins que l'axe de la lunette ne soit bien parallele au plan de l'instrument. Les vis *a* & *b*, *figure* 23, serviront pour le rendre parallele en cas de défaut.

159. On peut faire cet ajustement par l'observation de l'horison. Il faut connoître la valeur du champ, entre les deux fils de la lunette, par le n°. 202, & il faut connoître aussi l'angle de la hauteur de l'œil de l'Observateur, au-dessus de l'horison, par le n°. 204, pour pouvoir juger de cette quantité dans le même champ entre les fils de la lunette. On met l'instrument avec son plan parallele dans le sens de l'horison, & en observant sur le miroir A, on doit voir l'image réfléchie de l'horison derriere l'Observateur, en contact avec l'horison de devant; mais autant au-dessus du milieu du champ entre les deux fils, comme est l'angle de l'élévation de l'œil de l'Observateur.

160. Si les limbes ou images des deux objets, observés par une méthode ou par l'autre, se séparent, lorsqu'on les voit près du fil le plus éloigné de l'instrument; cela montre que l'axe de la lunette panche vers l'instrument : ainsi l'on n'a qu'à lâcher un peu la vis *b*, *figure* 23 de la pinnule qui porte la lunette, & serrer un peu la vis *a* : ou *Vice versâ*, on lâchera la vis *a*, & on serrera la vis *b*, lorsque les limbes de ces objets paroissent se croiser un peu, près le fil le plus éloigné de la lunette. En répétant cette opération, on viendra à bout de mettre l'axe de la lunette parallele au plan de l'instrument, comme il le faut.

161. Les deux méthodes dont je viens de parler sont assez bonnes, pour éprouver ou rectifier sur mer le parallelisme de l'axe de la lunette au plan de l'instrument : mais lorsqu'on se trouvera sur terre, on pourra appliquer bien plus avantageusement la méthode de M. le Chevalier de Borda, qui est très-simple & assez exacte. On ajuste l'instrument par le n°. 173, par un seul objet, ayant l'alidade au *zéro* degré, comme pour observer par devant. On met alors l'instrument dans une situation horisontale, immobile sur une table; en sorte qu'on puisse voir par la lunette quelqu'objet éloigné assez distinctement. On prend la piece, *figure* 26, & on met le trou *z* de sa coulisse à la hauteur du centre de la lunette : on met cette équerre sur le limbe vers le bout M, &, ayant ajusté le cheveu de l'autre coulisse, *fig.* 27*, précisément au milieu du trou *z* de la premiere, on la met à l'autre bout R du limbe; en sorte qu'on puisse voir ce même objet, qui est dans le champ de la lunette.

Si le même endroit de l'objet, qui se voit coupé par le cheveu de l'équerre, se trouve également au milieu du champ de la lunette,

lorsqu'on l'y voit, cela prouve que son axe est parallele au plan de l'instrument; autrement il faudra incliner la lunette d'un côté ou de l'autre, par le moyen des vis *a* & *b* de la pinnule, *figure* 23, jusqu'à ce qu'en regardant par les équerres, & ensuite par la lunette, le même endroit de l'objet qui est coupé par le cheveu de la coulisse, soit vu au milieu du champ entre les deux fils de la lunette.

De l'avantage d'avoir la Lunette immobile dans l'Instrument.

162. On devroit avoir une lunette toujours fixée solidement sur l'instrument, pour faire des observations les plus délicates *par devant*, & une autre également immobile pour les observations par derriere. Car, malgré toute la perfection que les Artistes sont capables de donner aux pinnules décrites dans le n°. 115, il peut y avoir quelquefois du dérangement dans le parallélisme de l'axe de la lunette au plan de l'instrument, lorsqu'elle est mobile; ce qui cause des erreurs considérables, dans les observations délicates qui demandent une grande précision. Quelques Marins pensent bien différemment sur les avantages d'observer l'image du *soleil* ou d'autre astre assez brillant, sur la surface non étamée du miroir horisontal, de ce qu'on a dit dans le n°. 112 & 172, pour ne pas s'éloigner des idées presque généralement reçues. Car tous ces avantages ne sont pas comparables à celui de conserver l'axe de la lunette toujours ferme dans la position constante qu'il y doit avoir, & comme l'avoit en effet la lunette du premier des deux Octants de M. Hadley, du n°. 420 des *Transactions philosophiques*, déjà cité. Ainsi, dans un cas pareil il vaudroit mieux réduire la hauteur des miroirs presqu'à la moitié de celle qu'on leur a destinée dans les numéros 100 & 104; pour lors il faudroit que le miroir de l'alidade ne fût pas de beaucoup plus haut que sa moitié; tous ces miroirs ne seront point alors sujets à être dérangés, ni la lunette non plus, comme dans les circonstances de la construction ordinaire: & ils seront également bons sur terre comme sur mer, selon qu'on l'a déjà dit dans le n°. 101.

De la rectification du Limbe de l'Instrument.

163. La méthode ordinaire pour reconnoître la vraie valeur du limbe & de ses divisions (qui ne sont pas quelquefois bien exactes, *voyez n°.* 25) est de prendre tous les angles autour de l'horison avec l'instrument; &, si la somme totale fait 360 degrés, on juge alors que la grandeur totale du limbe est exacte. Il est bon de répéter cette opération plusieurs fois, pour prendre un moyen: les objets doivent être assez éloignés, distincts & bien terminés dans un même plan. On voit bien, par ces circonstances, que cette méthode n'est praticable que sur terre; & qu'elle n'est pas trop aisée, ni peut être dans tous les cas assez exacte.

Mais si les instrumens sont de la nouvelle construction, alors on verra par les Problêmes 3, 4 & 8 qu'on peut les rectifier également sur mer: & particulierement, si l'on employe la méthode du Problême 8, on trouvera avec la plus grande exactitude, si l'arc du limbe est de la valeur précise qu'il doit avoir.

Qui lira avec un peu d'attention le n°. 52 & suiv. du Mémoire précédent, trouvera que la même méthode, pour rectifier la position du miroir des *observations par derriere*, sert à démontrer évidemment la vraie valeur du limbe de ces instrumens.

164. On a vu dans le n°. 108, que si l'on tourne de haut en bas le miroir de l'alidade, les défauts du parallélisme de ce miroir seront alors reconnus par l'observation du même angle dans chacune des positions; ce qui est bien évident: car, si le défaut du parallélisme des surfaces de ce miroir, fait qu'un angle, par exemple de 96 degrés, paroisse de 98, lorsqu'il est dans un sens; il est certain qu'en tournant ce miroir dans l'autre sens, le même angle de 96 degrés ne doit paroître que d'environ 94 degrés. Qu'on applique ce discours aux observations par devant de la méthode ordinaire dont je parlerai tantôt, & à celles de la méthode dont j'ai déjà parlé dans le n°. 48, & on sera convaincu que, si l'on observe un même angle par les deux méthodes, & si l'on prend le milieu des observations, on aura la vraie mesure de cet angle, malgré l'erreur qu'il pourra y avoir des miroirs de l'instrument. C'est par cette raison que je dis dans le n°. 48 ci-dessus, que la méthode dont il s'agissoit dans ce nombre, servoit à rectifier les observations.

165. Je ne puis m'empêcher de recommander ici la méthode de M. Bezout, de l'Académie Royale des Sciences, assez connu du Public par des Ouvrages très-savans. On trouve cette Méthode dans son excellent Traité de *Navigation*, Section quatrieme, n°. 328 & suivans. Elle n'est pas trop difficile dans la pratique; & tout Observateur qui se pique d'être exact, ne devroit s'épargner aucune peine pour obtenir son but.

On placera l'instrument bien ferme & bien immobile dans un endroit de quelque plan horisontal, où il y ait plusieurs objets bien distincts & assez éloignés (du moins de 300 toises): entre lesquels doivent être mesurées auparavant, sur le même endroit, toutes les distances angulaires; soit avec un instrument suffisamment exact, comme un bon *Quart de Cercle astronomique*, ou un bon *Théodolite*; soit par les moyens que fournissent la Géométrie & la Trigonométrie. Dans ce cas, il n'y aura qu'à éprouver avec l'Octant ou Sextant les mêmes angles déjà connus; & on fera une liste des différences qu'on y trouvera dans les angles marqués par le limbe, pour corriger les observations qu'on fera dans la suite avec cet instrument; tandis qu'il aura les mêmes miroirs; & que la monture ne sera point du tout changée.

MANIERE

De faire les Obſervations par devant.

Des attentions requiſes pour ſe ſervir de ces Inſtrumens.

166. AVANT de faire quelqu'obſervation, il faut s'aſſurer que les miroirs de l'alidade, & particulierement le miroir horiſontal qu'on veut employer, ſoient fermes, & qu'il n'y ait aucune vis qui ſoit deſſerrée; c'eſt aſſez d'y toucher légérement avec le doigt, pour s'en appercevoir. Si l'on trouve quelque faute, reſpectivement à la perpendicularité des miroirs au plan de l'inſtrument, il faudra la rectifier avant l'obſervation par les numéros 148, 155 & 157. Cependant le miroir de l'alidade ne devroit jamais être touché ſans un grand beſoin. On ne peut avoir trop d'attention pour cette partie de l'inſtrument: néanmoins, s'il vient à être dérangé par quelqu'accident, on doit le remettre dans ſa vraie poſition par le n°. 153 ou 148, avant d'employer l'inſtrument.

En général, il eſt néceſſaire d'avertir de ne forcer jamais les vis, en les tournant trop; ce qui les gâte ou les caſſe, & ruine l'inſtrument: & ſouvent elles caſſent les verres & les pieces qu'elles ſoutiennent, ou du moins forcent ces mêmes pieces à plier, & changent leur figure reſpective, d'où il réſulte des erreurs dans l'obſervation. En un mot il ne faut ſerrer les vis ni trop ni trop peu; les deux extrêmes ſont également nuiſibles à l'inſtrument & aux obſervations.

167. Si l'objet, par lequel on veut faire la rectification, eſt trop éblouiſſant, comme le *ſoleil* ou la *lune*, on garnit la lunette, s'il y en a une, avec ſon verre obſcur ou enfumé, & on la met en H ou en K, ſelon que la rectification ſera par devant ou par derriere: cette lunette doit avoir été rectifiée reſpectivement à ſon axe (n°. 161 & 158). On mettra l'alidade à *zéro* degré: on aura ſoin d'ajouter un verre obſcur derriere le miroir horiſontal (n°. 121), & on proportionnera la force de ces verres à celle de la lumiere, en l'affoibliſſant juſqu'à ce que l'œil de l'Obſervateur puiſſe obſerver ſans gêne, & ſans rien perdre de la netteté de l'objet. On tournera la vis *f* (*fig.* 23) de la pinnule, pour hauſſer ou

baiſſer la lunette, juſqu'à ce que les deux images ſoient à peu près de la même force. (*Voyez* le n°. 212.) S'il n'y a pas de lunette, on employera la pinnule à tube (n°. 114), ou la pinnule ſimple (n°. 112), ouvrant le trou qu'on veut employer, & mettant la directrice, n°. 130 ou 131, à la hauteur correſpondante de ce trou.

De la maniere de tenir & d'employer l'Inſtrument.

168. Quelque temps avant l'obſervation, on doit rectifier & préparer l'inſtrument. On mettra l'alidade à peu près au degré de l'angle qu'on veut obſerver; de quoi l'on pourra juger par les Tables des Ephémerides, & par les obſervations précédentes. Lorſqu'on obſerve par devant, c'eſt-à-dire, avec le viſage tourné vers les deux objets, on tient l'inſtrument avec la main droite par le manche, s'il y en a, ou par le corps de l'aſſemblage, en appuyant le bout M ſur la poitrine: on applique la gauche vers la partie P D de l'alidade, pour la mouvoir en avant ou en arriere, autant qu'il le faut pour faire coincider les deux images.

169. Au contraire, lorſqu'on obſerve par derriere, on tient l'inſtrument de la main gauche, & on mene l'alidade avec la droite: mais, dans les poſitions qui ne ſont pas perpendiculaires à l'horiſon, les circonſtances enſeigneront comment l'on doit s'y prendre pour obſerver plus aiſément & avec plus de fermeté. On applique l'œil droit à la pinnule, ou à la lunette en H; quoiqu'on puiſſe obſerver également bien avec l'œil gauche, ſi l'on eſt habitué à le faire. On a ſoin de tenir l'inſtrument dans un plan qui paſſe par les deux objets & par l'œil de l'Obſervateur: les deux fils de la lunette doivent être mis paralleles à ce même plan, en tournant le tuyau des oculaires. Au défaut de lunette, les fils de la directrice (n°. 131 ou 130) aideront beaucoup à obſerver cette circonſtance: particuliérement, ſi l'horiſon eſt un des deux objets, l'Obſervateur ne trouvera point de difficulté à l'exécuter.

De la maniere d'obſerver.

170. Lorſque les deux objets ou images ſont dans le champ de la lunette, & aſſez près l'un de l'autre, il faut arrêter l'alidade par la vis qui eſt deſſous, pour faire agir l'autre vis S (*figures* 11 & 12), en cas que l'inſtrument en ſoit garni: car, en la tournant d'un côté ou de l'autre, on fera coincider les deux images fort exactement, au milieu du champ de la viſion, entre les deux fils de la lunette (n°. 158.). Les images des deux objets étant en contact, on doit mouvoir tant ſoit peu l'inſtrument à droite & à gauche, comme s'il tournoit dans l'axe de la lunette, pour faire que l'image réfléchie décrive une petite portion de cer-

cle autour de l'objet vu par des rayons directs : il faut que l'Observateur se tourne dans le même tems un peu sur lui-même, ou sur son talon, à la gauche & à la droite, pour que la même image réfléchie décrive ce cercle autour de l'objet, qu'il faut conserver toujours dans l'endroit qu'on a choisi, du miroir horisontal. Le point dans lequel ce cercle touche l'horison, ou l'objet de vision directe, est le point du vrai plan, qui passe par tous les deux.

171. Ainsi lorsqu'on prendra la hauteur du soleil, ce point de contact se fera dans celui de l'horison, qui est perpendiculaire au dessous du même soleil. Et lorsque l'astre sera près du zénith, on ne trouvera pas aisément ce même point, sans cette espece de mouvement de rotation à droite & à gauche, pour voir où l'image réfléchie rase de plus près l'horison. C'est la même chose en observant une, ou deux *étoiles* : car on reconnoîtra bien mieux leur vrai contact par ces petites vibrations, que si l'instrument étoit parfaitement ferme.

172. En tout cas ces vibrations sont les plus propres pour rendre sensible à l'Observateur le vrai contact, ou la coincidence de deux objets. Quant à cette derniere, elle deviendra assez sensible, lorsque l'image réfléchie aura assez de lumiere pour être observée dans la surface transparente du miroir horisontal. *Voyez les* n°. 111, 112, *& la* remarque *du* n°. 162.

Quelques avis pour la pratique des Observations.

173. Après avoir arrangé l'instrument, comme on l'a dit dans les articles précédents; si l'on veut faire la rectification par le soleil, & qu'il soit peu brillant à cause de quelques nuages ou brouillards, on observera la coincidence de son image (n°. 180) ou l'attouchement de ses bords (n°. 183 & 184) demi-réfléchis sur la surface étamée du miroir horisontal. Si le soleil est mediocrement brillant, on en prendra l'image toute réfléchie sur la partie transparente de ce miroir, mais bien près de son étamage, de façon que la premiere réfléction vienne encore de la partie étamée du miroir de l'alidade. Et si cet astre est tout à fait brillant, on en prendra l'image, sur la partie transparente du miroir horisontal la plus éloignée du plan de l'instrument, de façon que dans ce cas la premiere réfléction viendra de la partie noircie du miroir de l'alidade.

174. On aura soin de donner à la lunette (115) ou à la pinnule (112) les différentes hauteurs requises pour que l'image réfléchie & celle de *vision directe* soient de la même force, comme on en a averti dans le n°. 167.

175. Mais il y a une autre maniere d'obtenir le même effet, lorsque la pinnule ou porte-lunette n'a aucun mouvement ; ce qui est peut-être le plus avantageux, comme on l'a insinué dans le n°. 162. On emploie pour cela les deux-coulissaux *a* & *b* (figure 33, *planche* 3) : on les met par derriere le miroir horisontal : & l'on intercepte la trop grande lumiere éblouissante, en poussant plus ou moins l'un contre l'autre, dans la queue d'aronde ou chassis à ressort *c d*, qui les soutient.

176. Lorsqu'on observera le soleil, il sera commode d'avoir un cercle ou un ovale de carton leger, ou de papier épais, avec un trou pour y passer le bout de l'oculaire de la lunette ou de la pinnule ; afin d'éviter l'éblouissement causé par les rayons, qui tombent à nud sur le visage.

177. On doit faire usage d'une loupe, d'environ un pouce de foyer, pour voir bien distinctement la coincidence des divisions du *Nonius* : particulierement lorsque le rayon de l'instrument est fort court, ou que les divisions du limbe sont subdivisées en des demi-minutes ou quarts de minute.

178. Quelques-uns ont rendu plus aisé l'usage des instruments d'un rayon plus grand qu'il n'est dans les instruments ordinaires : ils sont par conséquent plus pesans, que les communs. Pour cela on les adapte à une espece de fourchette, sur laquelle on peut leur donner toute sorte de mouvemens : on les y assujettit par un axe, ou espece de charniere qui les soutient presqu'en équilibre ; de façon que tout le poids reste sur la fourchette, qui est établie sur un baton d'environ 20 ou 25 pouces.

179. On met le bout de ce baton dans une bourse de cuir qui est attachée à un ceinturon : par cette méthode les bras ne se fatiguent pas, & on donne facilement à ces instruments les différentes positions requises par les circonstances. Cet appareil peut être d'un grand secours dans les observations des distances des astres pour en deduire la longitude, observations qui sont les moins aisées à faire, à cause de la variété de positions quelquefois genantes, dans lesquelles il faut mettre l'instrument.

*De l'*Ajustement, *ou* rectification préparatoire, *immédiate à l'Observation.*

180. L'ajustement dont il s'agit à présent, consiste à faire coincider parfaitement l'image réfléchie par le miroir de l'alidade sur le miroir *B*, avec son même objet vû à travers la partie diaphane du même miroir *B* : ou pour mieux dire, consiste à voir la moitié d'un objet par des *rayons directs*, dans le même tems qu'on voit l'autre

moitié réfléchie par les deux miroirs *N* & *B*, & que l'alidade marque le *zero* du limbe. Cependant on observe quelquefois la coincidence de l'image totale avec son objet, comme on l'a dit dans les n°. 111, 112, 113.

181. Pour faire cette rectification préparatoire, on employera les avis du n°. *166* & suivants: on mettra l'index ou alidade au *zero* du limbe : & on fera coincider l'image avec son objet, par le moyen du levier n°. *92*, ou de la clef n°. *96*, qui feront tourner le miroir *B* d'un côté ou de l'autre, jusqu'à ce que la coincidence soit parfaite. Cependant si l'Observateur n'a pas le tems de faire cet ajustement ou examen de son instrument avant l'observation, il faudra le faire immédiatement après, pour tenir compte de la différence; ce qu'on appelle *erreur de l'alidade* (voyez le n°. 184). Mais on ne doit pas, autant qu'il est possible, omettre de faire cet examen avant d'observer, & on le répétera encore après l'observation.

182. La parfaite coincidence de deux images n'est pas bien aisée à déterminer, lorsqu'il s'agit d'une *étoile*, ou d'un autre *astre* qui n'a pas de diametre sensible. On pourroit alors mettre les deux images l'une audessus de l'autre, mais à très-peu de distance, dans une ligne imaginaire qui fut parallèle au plan de l'instrument. En pareil cas, on n'observera les distances angulaires qu'en rapprochant les deux objets de cette même quantité : ce qui revient à peu près à l'espece de rectification suivante.

De l'ajustement préparatoire par l'attouchement de l'image avec son objet.

183. Il sera plus facile à ajuster l'instrument, par le contact de l'image réfléchie avec son objet ; par exemple, du *soleil*, de la *lune*, ou de quelqu'autre *objet* assez lumineux & distinct dont le diametre soit sensible ; au lieu d'en ajuster la coincidence totale. On peut faire cet ajustement de façon qu'il tombe dans le *zero degré* du limbe, en tournant autant qu'il le faut le miroir horisontal : dans la suite on tient compte du diametre de l'objet en plus ou en moins, selon qu'on l'a fait tomber avant ou après le *zero degré* du limbe : voyez le n°. *193*.

De l'ajustement le plus aisé & le plus sûr.

184. Mais la méthode la plus simple & la plus générale est d'observer le contact du bord supérieur de l'image réfléchie, par exemple du *soleil*, avec le bord inférieur du même objet, un peu au-delà du *zero degré*, vers le bout *M* du limbe : on marquera le *degré* & la *minute* de cette coincidence. On observera celle des deux autres bords: & on en marquera aussi le *degré* & la *minute*. La moitié de la somme

de ces deux observations, c'est-à-dire la moitié de la différence entre ces deux observations, donnera le diametre de l'astre, ou objet qu'on a employé : & le point du limbe où cette moitié tombera, sera le vrai *zero degré* de cette rectification. S'il tombe précisément sur le *zero* degré du limbe, il n'y aura aucune *erreur de l'alidade* à corriger dans les observations : mais s'il tombe au delà vers *M*, ou vers *R* ; alors cette différence sera la quantité de la correction nommée *erreur de l'alidade*. Voyez le n°. 196.

De l'Ajustement par le Soleil, ou par la Lune.

185. Quoique les objets terrestres assez éloignés (pas moins de 300 toises) & bien distincts puissent servir pour ajuster ces instruments ; il faut néanmoins avouer que les objets célestes sont les plus avantageux, pourvû qu'ils soient bien terminés. Le soleil & la lune possedent ces qualités pour la plupart du tems : pour les employer dans ces observations, ils ne demandent pas d'autres attentions, que celles, dont on vient de parler dans les articles précédents.

De l'Ajustement par une Etoile ou Planete, sans diametre sensible.

186. Si l'on employe une *étoile*, ou une *planete* lumineuse mais sans diametre sensible ; on fera passer son image *refléchie* par dessus l'objet, vû par *vision directe* : soit en mettant l'alidade à *zero* & faisant tourner le miroir horisontal (181) : soit en poussant l'alidade, après avoir desserré la vis qui l'arrête ; soit employant celle qui lui donne un mouvement lent, décrite dans le n°. 67 : & l'on determinera par là le vrai *zero* de l'instrument (180).

187. Mais si l'on veut employer la méthode du n°. 182, on la trouvera peut-être plus aisée, quoiqu'un peu sujette à incertitude : car on ne peut pas être bien sûr de prendre toujours les images des objets qu'on observe, à la distance imaginaire de l'ajustement qu'on a fait.

De l'Ajustement par l'Horison.

188. Pour employer l'horison, on mettra l'alidade au *zero degré* : & moyennant le levier (n°. 92), ou la clef ci-dessus (n°. 96), on fera que l'image réfléchie coincide en ligne droite avec le même horison vû par vision directe.

189. Avant de faire cet ajustement, on peut s'assurer du parallelisme du miroir horisontal à celui de l'alidade dans le sens de la perpendiculaire au plan de l'instrument, expliqué dans le n°. 157. Car, en mettant l'instrument avec son plan parallele à l'horison, on verra tout d'un coup

si l'image réfléchie fait une ligne droite avec son objet de vision directe : autrement il n'est pas bien perpendiculaire à ce plan.

Observer la hauteur méridienne du Soleil par devant, *en haute Mer.*

190. Préparez l'instrument en le rectifiant (n°. 180 ou 184) quelques minutes avant l'observation : & employez les avis donnés dans le n°. 166 & suivants. Lorsque l'image du soleil paroît toucher l'horison, faites décrire un arc à cette image (n°. 170) de façon, que la convexité de cet arc paroisse raser l'horison. Suivez l'image du soleil en poussant l'alidade (66) ou tournant la vis qui la fait mouvoir lentement (67) jusqu'à ce qu'elle paroisse ne plus se séparer de l'horison. Il y aura un moment dans lequel elle paroîtra tranquille avant de commencer à descendre : & c'est là le moment du midi, dans lequel vous devez regarder la *seconde*, ou la *minute* de votre montre, pour la mettre à l'heure vraie du méridien, dans lequel vous avez fait l'observation. *Voyez les exemples* de ces observations *dans le* n°. 237.

Corrections des Observations par devant.

191. Le nombre de *degrés* & de *minutes* marqués par le *Nonius* de l'alidade sur le limbe, ne montre que la *hauteur apparente* de l'astre que vous venez d'observer. On y doit faire les *corrections suivantes*, ou du moins celles qu'exige l'observation, pour avoir la *vraie hauteur*.

Premiere correction. L'erreur de l'alidade : *voyez le* n°. 192.

Seconde correction. La dépression de l'horison, *soustractive* : voyez les n°. 220 & 198.

Troisieme correction. Le demi diametre de l'astre : *additive*, lorsqu'on a observé le bord *inférieur* de l'astre : & *soustractive*, lorsqu'on a observé son bord *supérieur*. Voyez les n°. 200 & 201.

Quatrieme correction. La réfraction, *soustractive.* Voyez le n°. 202.

Cinquieme correction. La parallaxe *additive.* Voyez le n°. 204.

Sixieme correction (*accidentelle*). La déviation, *soustractive.* Voyez le n°. 206.

Septieme correction (*accidentelle*). L'erreur du limbe. *Voyez le* n°. 208.

De la premiere Correction ; l'Erreur de l'Alidade.

192. On appelle *erreur de l'alidade* la différence qu'il y a presque toujours entre le *zero* du limbe & la division marquée par le *Nonius*, lorsqu'on observe la coincidence exacte de l'objet vû par *vision directe*, avec son image par *réflection* ; comme on l'a remarqué dans le n°. 180 ci-dessus.

Mais cette coincidence n'est pas aussi aisée à reconnoître que l'attouchement du bord de l'image avec celui de son objet, lorsqu'il est bien distinct & terminé. C'est par cette raison qu'on employe la méthode qu'on a expliquée dans le n°. 184.

193. Ainsi après qu'on aura fait une observation, on doit examiner toujours l'état de l'instrument, c'est-à-dire, dans quel point de son limbe tomboit précisément le vrai *zero* de son arc. Ce sera rarement qu'on trouvera la coincidence de l'image avec l'objet, lorsque l'index se trouvera sur le zero degré du limbe. Si cela étoit, pour lors il n'y auroit aucune *erreur* de l'alidade à corriger. Mais toutes les fois que le *Nonius* de l'alidade ne marquera pas précisément le *zero* des divisions du limbe, il faudra corriger l'observation, ou les observations qu'on aura faites avec l'instrument dans cet état, de la quantité de cette différence; en l'ajoutant, si le *zero* du *Nonius* se trouve en deçà de celui du limbe vers *M*; c'est-à-dire dans *l'arc d'excès*. Au contraire s'il se trouve au delà du zero du limbe vers *R* (c'est-à-dire dans *l'arc* que j'appelle *constant*, parce qu'on l'employe constamment) il faudra alors soustraire cette quantité de chaque angle observé.

194. Lorsqu'on fait l'ajustement du n°. 183, on fait tout d'un coup que l'erreur de l'alidade est égale au diametre du soleil : on doit alors *ôter* cette valeur, si la coincidence du bord inférieur de l'image réfléchie avec le bord supérieur de l'objet de vision directe, se faisoit quand le zero de l'alidade se trouvoit exactement sur le zero du limbe. Au contraire on doit *l'ajouter*, lorsque le bord supérieur de l'image réfléchie étoit en contact avec le bord inférieur du disque de l'objet, & que l'alidade marquoit le *zero* degré du limbe de l'instrument. On ne peut pas se méprendre dans ces deux images : car celle qui est réfléchie, se trouve toujours du côté de l'instrument, si la lunette ne renverse pas les objets, ou si on n'en employe aucune. Au contraire l'image de vision directe sera celle qu'on voit du côté de l'instrument, si la lunette renverse l'objet.

195. Mais l'ajustement du n°. 184 est le plus décisif, le plus commode, & le plus sûr de tous les ajustements. Car il n'y a qu'à prendre la moitié de la différence des deux observations : savoir la différence entre le *degré* & la *minute* montrés par l'alidade, lorsqu'on observoit le contact du bord inférieur de l'image réfléchie avec le bord supérieur du même objet; & le *degré* & la *minute* marquée, lorsqu'on voyoit le contact du bord supérieur de l'image, avec le bord inférieur de l'objet. La moitié de la différence de ces deux observations sera le diametre de l'objet : & le point du limbe où elle tombera, sera le vrai *zero* du

limbe pour les observations qu'on fera avec l'instrument dans cet état. Voici un exemple.

196. Supposons que la premiere observation tombât à 13 *minutes* de *l'arc d'excès* avant le zero du limbe vers *M*, qui devant être comptées à rebours (*Note* W n°. 8) c'est-à-dire en prenant leur complement pour 20 *minutes*, totale valeur du *Nonius*, valent seulement 7 *minutes* : & que la seconde observation tombât à 56 minutes au delà du *zero* du limbe vers *R*. La somme en sera 63 *minutes*, dont la moitié est 31 *minutes* 30 *secondes*, qui donnent le diametre du soleil. Or en ôtant 31 *minutes* 30 *secondes* de 56 *minutes*, restent 24 *minutes*, 30 *secondes* à la gauche du *zero* du limbe : & c'est le vrai *zero* de l'instrument : mais comme ce *zero* est dans *l'arc constant* du côté de *R* du limbe, on *ôtera* cette quantité de chaque angle observé avec l'instrument rectifié de la sorte : au lieu que si ce zero faisoit tomber les 24 *minutes*, 30 *secondes* dans *l'arc d'excès* du côté de *M* du limbe, on devroit les ajouter à chaque angle qu'on observeroit avec cet ajustement.

197. La raison de cette différence est bien évidente. Dans le dernier cas il y a un surplus en deçà du *zero* des divisions du limbe, vers *M*, qui doit entrer en compte. Au contraire, si la moitié de la somme des deux observations tombe après le *zero*, vers la partie *R* du limbe : alors on doit retrancher cette quantité de l'angle observé ; parce qu'il y a dans ce cas une portion de l'arc après le *zero*, qui n'est point employée dans la mesure des angles qu'on observe avec l'instrument ainsi ajusté. *Voyez la note* W.

De la seconde Correction; la dépression de l'Horison, *soustractive*.

198. La quantité de l'élévation de l'œil de l'Observateur au dessus de la surface de la mer, étant différente en divers vaisseaux, il est nécessaire de s'en assurer par l'observation, comme on le dira bientôt dans le n°. 217. Après qu'on aura reconnu la quantité angulaire de cette depression, par la méthode qu'on donnera dans l'article dont je viens de parler, on la *retranchera* dans l'angle observé. *On verra, dans les notes* d d & f f, *la raison de cette correction*. La *premiere* des Tables à la fin de ce Traité, montre les angles de la dépression correspondante à différentes hauteurs de l'œil de l'Observateur au dessus de la mer, prises en pieds de Paris.

199. Cette Table a été calculée par M. le Chevalier de Borda : on peut en faire usage par préférence à toute autre, par la haute réputation dont ce Savant jouit dans la théorie & dans la pratique de la Navigation. Mais on ne devroit jamais employer cette espece de Table, qu'au defaut de l'observation de l'état actuel de la réfraction. La méthode que

je donnerai dans le n°. 220, ne manquera pas de la montrer, toutes les fois que le tems permettra de la pratiquer, ce qui arrivera assez souvent.

De la troisieme Correction ; le demi-diametre de l'Astre, *additive.*

200. Les Ephémérides astronomiques, comme la *Connoissance des Tems* & d'autres semblables, donnent la quantité du diametre du soleil pour chaque 6 jours de l'année. On s'en servira pour *ajouter* la moitié à chaque observation *par devant*, lorsqu'on aura observé le bord inférieur de l'Astre : au lieu que si l'on observoit le bord supérieur, alors il faudroit *retrancher* cette quantité de l'angle observé. Au defaut des Ephémérides, on pourra employer la Table II qui est à la fin de ce Traité : elle est tirée de l'excellent *Traité de Navigation* de M. Bézout.

201. Les mêmes Ephémérides donnent le diametre horisontal de la lune, pour chaque jour de l'année. On en profitera pour les observations de cet astre, comme on le verra dans les exemples ci dessous. Mais il faut corriger la variation de ces diametres, qui augmentent tandis que sa parallaxe diminue. La Table VI à la fin de ce Traité, donne ces différentes augmentations pour chaque hauteur, suivant les différents diametres horisontaux de la lune ; elle est tirée des Tables qui furent imprimées à Londres en 1766 par ordre des Commissaires de la Longitude. On doit remarquer, que si les angles de hauteur excédent 90 dégrés, alors il faut prendre la correction qui appartient à leur supplément. *Voyez l'Exemple* E *du* n°. 271.

De la quatrieme Correction ; la Réfraction, *soustractive.*

202. La réfraction fait paroître les astres d'autant plus élevés au-dessus de l'horison, que leur hauteur est petite. C'est par cette raison que l'effet de la réfraction doit être retranché de l'angle de hauteur qu'on observe. Il est bon d'avertir, que la réfraction est nulle au zénith : & par conséquent en observant des hauteurs au-delà de 90°. on doit prendre la réfraction correspondante aux suppléments de ces angles ; mais dans un sens contraire. Voyez les exemples *C* & *E* du n°. 271. On trouvera dans la Table III à la fin de ce Traité, quelle est la quantité qu'on doit rabattre de chaque hauteur. La premiere colonne montre les hauteurs observées au-dessus de l'horison. La seconde montre la quantité de la réfraction correspondante, lorsqu'on est sous l'Equateur ou entre les Tropiques. Ces réfractions sont tirées de la Table, donné par M. Bouguer, dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Paris, pour l'année 1739. La troisieme colonne montre les réfractions correspondantes, lorsqu'on observe à quelque distance hors des Tropiques.

Tropiques. Ces réfractions moyennes, hors des Tropiques, sont tirées de la Table, de M. l'Abbé de la Caille, publiée dans la *Connoissance des Temps* pour 1775. Il paroît, par le rapport de M. de la Lande, dans le n°. 2231 & *suivants* de son *Astronomie*, que les observations faites aux *66 degrés*, 50 *degrés* & 34 *degrés* de latitude, ne donnent aucune différence fort sensible dans les réfractions. Enfin, la quatrieme colonne donne les différences, entre les deux réfractions. *Voyez le* N°. 4 *de la Note* ii.

203. Il semble qu'on pourra sans erreur sensible, faire usage des réfractions données par cette Table, respectivement à chaque climat. Cependant il peut y avoir bien des occasions sur mer, où la variation de la réfraction soit fort éloignée de celle de ces Tables. Voyez le n°. 223 ci-dessous, où l'on donnera la méthode pour se garantir de ces erreurs.

De la cinquieme Correction, la Parallaxe, *additive*.

204. La derniere correction est celle de la parallaxe : on ne doit point la mépriser, lors même qu'elle est fort petite, dans les observations qui demandent une extrême exactitude, comme celles qu'on fait pour en déduire les *longitudes* : Voyez le n°. 316. Ce que j'ai dit ci-dessus (n°. 202) sur la *réfraction*, est également applicable à sa parallaxe ; elle devient nulle au zénith : & par conséquent lorsqu'on prend des angles au delà de 90° ; la parallaxe qui leur correspond, est celle des supplémens de ces angles ; comme par exemple, si l'on observoit la hauteur de la Lune avec un Sextant dans la partie opposée de l'horison, & qu'on la trouvât à 120°, la parallaxe appartenante à cette observation seroit celle de 60° ; mais dans un sens contraire à celui qu'elle devroit être, si l'angle observé étoit au-dessous de 90°. Voyez l'exemple *E* du n°. 271. Lorsqu'il s'agit de determiner la latitude du vaisseau en mer, la parallaxe du soleil n'est d'aucune conséquence : car *le rayon est au sinus de la parallaxe horisontale ; comme le sinus de la distance au zénith est au sinus de la parallaxe de hauteur.* Ainsi le soleil qui n'a pas plus de 9 *secondes* de parallaxe horisontale, ne peut pas avoir une parallaxe de hauteur qui produise aucune erreur considérable dans les observations ordinaires. Les Etoiles fixes n'ont aucune parallaxe sensible. *Voyez la Note* cc *sur l'effet de la Parallaxe.*

205. Mais la parallaxe de la Lune, étant la plus grande de celles des astres à cause de sa proximité de la terre, ne doit pas être méprisée, lorsqu'on sera obligé d'employer la hauteur de cet astre, parce que le mauvais tems aura empeché d'observer le soleil. La *Connoissance des Temps* donne la *parallaxe* & le *diametre horisontal* de la lune pour chaque jour, aussi bien que sa *déclinaison.* La Table V montre les parallaxes de hauteur, correspondantes à chaque parallaxe horisontale de la lune. Cette

Table eſt tirée de celles publiées par ordre de l'Amirauté à Londres en 1766, *in*-8°. Et la Table VI qui eſt tirée du premier vol. de l'Aſtronomie de M. de la Lande, donne la différence du diametre de la Lune, pour chaque hauteur : je l'ai ſubſtitué à celle que j'avois adoptée dans le n°. 201 ci-deſſus, parce que je l'ai trouvée très-défectueuſe, en la comparant avec celle de M. de la Lande. On pourra fort aiſément, à l'aide de ces Tables, enſemble avec les Ephémérides, déduire la hauteur du pole, en connoiſſant la déclinaiſon de la Lune ; celle-ci ſe trouve auſſi dans la même *Connoiſſance des Tems*, pour chaque jour de l'année.

De la ſixieme Correction (*accidentelle*) ; *la Déviation*, ſouſtractive.

206. Il y a bien des occaſions ſur mer, où il faut ſe contenter de pouvoir obſerver le contact des deux objets, quoiqu'ils ſoient hors du milieu du champ de la lunette. Pour gagner cet avantage, il n'y a qu'à faire une eſtime de l'endroit où l'on obſervera leur contact, afin de tenir compte de cette déviation.

207. Si par exemple on a fait l'obſervation à un tiers de la diſtance du milieu du champ entre les deux fils de la lunette, & qu'on ſache deja par le n°. 214, que le total de ce champ vaut 2 *degrés* ; le tiers de la moitié vaudra 20 *minutes* de déviation, & la Table IV, montrera la quantité qu'il faut retrancher de l'angle ainſi obſervé. Cette Table à été calculée par M. le Chevalier de Borda, qui a bien voulu me la communiquer pour le ſervice du public. On verra dans la *Note b b* les principes de ſa conſtruction.

De la ſeptieme Correction (*accidentelle*) ; l'erreur du limbe.

208. Cette correction n'a lieu que dans le cas où l'on employe des inſtruments dont les diviſions du limbe ne ſont pas exacts, ou qui ſont garnis de mauvais miroirs. On a donné la méthode pour connoître ces erreurs dans différents endroits de ce Traité ; particuliérement dans le n°. 163 & *ſuivans*. Voyez dans la Note *V* la Méthode-Pratique, *pour redreſſer les erreurs de l'inſtrument*. Lorſqu'on connoîtra l'erreur pour chaque degré, ce qui ſe trouve par la Table qu'on aura faite pour l'uſage de l'inſtrument (n°. 165) ; on *retranchera* la quantité reſpective de cette erreur, ſi elle eſt en plus : ou on *l'ajoutera*, ſi elle eſt en moins, à l'angle obſervé.

Obſerver le diametre du Soleil, *ou d'une autre* Planete, *&c.*

209. Quoique la Table II, qu'on donne à la fin de ce Traité, montre aſſez bien le diametre du ſoleil pour chaque jour de l'année : c'eſt cependant dans la *Connoiſſance des Tems*, & dans des *Ephémérides* pareilles

qu'on est sûr de trouver les diametres du soleil & de la lune, determinés avec toute l'exactitude nécessaire pour les employer dans des calculs qui exigent le plus grand scrupule; néanmoins il ne sera pas inutile de s'exercer dans ce genre d'observations, dont voici la pratique.

210. Observez avec votre instrument bien rectifié le contact des bords les plus voisins de l'astre, savoir le bord inférieur de l'image réfléchie avec le bord supérieur de son objet : nottez la minute marquée par le *Nonius* sur l'alidade. Poussez l'alidade jusqu'à ce que le bord supérieur de l'objet coincide exactement avec le bord supérieur de son image. Voyez la minute marquée par le Nonius : & la différence de ces deux observations vous donnera le diametre de la planete.

211. Mais pour vous en assurer davantage, poussez encore plus l'alidade jusqu'à ce que le bord inférieur de l'objet de vision directe touche le bord supérieur de son image réfléchie. La moitié de la différence entre cette observation & la premiere, sera le diametre de la planete.

212. Il faut prendre garde à la maniere de compter les *degrés* & les *minutes* qui tombent en arriere du *zero degré* du limbe vers *M*; comme on l'a déja remarqué dans le n°. 193, & comme on le verra dans la Note *IV*, n°. 8.

213. Il faudra répéter quelques fois cette observation, pour s'en assurer davantage : & s'il y a quelques différences dans les résultats, on prendra la *moyenne* comme la plus approchante de la véritable. On pourra juger de l'exactitude & de l'adresse de l'Observateur, si on compare le résultat de ces mesures du diametre du soleil & de la lune avec celles qui sont marquées dans *la Connoissance des Tems*, en y faisant les corrections nécessaires à l'égard de celui de la lune, comme on la dit dans le n°. 201.

Mesurer l'intervalle du champ entre les fils de la Lunette.

214. Après avoir préparé & ajusté l'instrument pour observer par *devant* (n°. 173 & suivants) on mettra l'instrument avec son plan parallele à l'horison : ou autrement, on tournera la lunette avec les deux fils dans le sens horisontal. On observera une *étoile*, ou un autre *objet* qui n'ait point de diametre sensible comme l'horison de la mer, en mettant l'image réfléchie tout près du fil supérieur, mais par dessous ce fil : & l'objet de vision directe tout près du fil inférieur, mais au-dessus de ce même fil : de façon que l'image & son objet soient tous les deux aux deux termes du champ, entre les deux fils : & les nombres marqués par l'alidade sur le limbe, montreront la valeur angulaire

du champ entre les deux fils. On peut varier la poſition de cet objet pour en être plus sûr, en le regardant ſur le fil ſupérieur par viſion directe, & regardant ſur le fil inférieur ſon image réfléchie. Alors la moitié de l'angle total de ces deux obſervations, donnera la valeur angulaire du champ, entre les deux fils de la lunette.

215. Mais ſi l'on prend un objet, qui ait un diametre ſenſible, comme *v. g.* le *ſoleil* ou la *lune*; & qu'on mette le bord inférieur de l'image réfléchie ſur le fil ſupérieur, & le bord ſupérieur de l'objet par viſion directe ſur le fil inférieur; dans ce cas on ôtera la valeur du diametre de cet objet (qui ſera connu par le n°. 209) de l'angle obſervé : & le reſte ſera la valeur angulaire du champ entre les deux fils de la lunette. On peut répéter cette obſervation dans le ſens contraire, en obſervant dans la ſuite le bord ſupérieur de l'image réfléchie en contact avec le fil inférieur, & le bord inférieur de l'objet par viſion directe en contact avec le fil ſupérieur; dans ce cas ôtez de la ſomme totale de ces deux obſervations, deux fois le diametre de l'objet, & le reſte ſera le double de la valeur du champ entre les deux fils de la lunette.

216. Il eſt prudent de répéter pluſieurs fois ces obſervations pour être ſûr de leurs réſultats, en prenant la *moyenne* de toutes les obſervations. Par-exemple ſuppoſons qu'il y ait 6 obſervations de la même eſpèce, faites avec une attention égale de la part de l'Obſervateur. Ajoutez-les toutes enſemble; diviſez la ſomme par le nombre des obſervations : & le quotient donnera l'obſervation *moyenne*. Voici un exemple, où je fais entrer des *demi-minutes*, ce qui arrive dans les inſtrumens ordinaires, mais bien diviſés, lorſqu'on voit deux diviſions du *Nonius* également approchantes de la coincidence, de façon qu'on ne ſait pas laquelle des deux coincide réellement avec la diviſion du limbe.

Suppoſons qu'on obſervât 6 fois la diſtance entre les deux fils de la lunette dans le 27 avril 1775 : & qu'on trouvât les angles ſuivants par l'inſtrument.

Premiere Obſervation	5°.	3′.	30″.
Deuxieme Obſervation	5	4	0.
Troiſieme Obſervation	5	3	30.
Quatrieme Obſervation	5	3	30.
Cinquieme Obſervation	5	4	0.
Sixieme Obſervation	5	3	30.
Somme	30	22′	0″.

En diviſant cette ſomme par 6, le quotient 5° 3′ 40″ ſera l'angle moyen. Or dans ce jour [27 avril] le diametre du ſoleil étoit 31′ 50″ ſuivant la *Connoiſſance des Tems* : dont le double 1°. 3′ 40″ retranché de 5° 3′ 40″, le reſte 4° ſera le double du champ entre les deux fils : & par conſéquent il vaudra 2 *degrés*.

Mesurer la dépression de l'Horison.

217. On peut prendre fort aisément, avec une corde & un plomb, la mesure réelle de la hauteur de l'œil de l'Observateur sur le pont du vaisseau, jusqu'à la surface de l'eau, en comptant de l'endroit même où l'on est en usage d'observer sur le pont; car il y a une convexité depuis le milieu jusqu'aux bords de chaque côté. Il est certain que cette hauteur au-dessus de la surface de la mer, est d'autant plus variable que les vagues font changer alternativement la position du vaisseau relativement à l'horison. Mais un peu d'habitude & de jugement de la part de l'Observateur ne manqueront pas de le conduire, pour fixer une hauteur assez exacte dans la pratique, suivant les différentes circonstances de chaque observation.

218. Lorsqu'on aura determiné la hauteur de l'œil de l'Observateur au-dessus de la surface de la mer, on trouvera dans la *Table* I la quantité de l'angle correspondant à *chaque pied* d'élévation, *mesure de France*, qu'il faut rabatre dans l'observation. Cette Table a été calculée par M. le Chevalier de Borda; elle est un peu différente de plusieurs autres qui ont été publiées par quelques Auteurs; parce que M. de Borda a eu égard à l'effet de la réfraction horisontale.

219. Mais on va voir dans l'article suivant, les grands défauts de toutes les mesures & dépressions de l'horison, prises des Tables qui les donnent comme constantes pour chaque élévation de l'œil au-dessus de la surface de l'eau.

Déterminer la vraie dépression actuelle de l'Horison.

220. On suppose généralement une *réfraction horisontale* moyenne comme constante dans les *Tables des dépressions* de l'horison dont on vient de parler, pour déterminer les hauteurs apparentes des astres: cependant elle est si variable même sur mer, qu'elle va quelquefois à 17 *minutes*, & plus encore. On lit dans les *Transactions philosophiques*, vol. 60, page 131, que la Latitude de la Factorie, dans la riviere *Churchill* de la *baye de Hudson*, n'étoit que de 58°. 55'. 30", par les observations faites dans l'Observatoire qu'on y avoit établi à terre avec un Quadrant Astronomique, dont les observations ne dépendent pas de l'horison, mais seulement de l'*à-plomb*: au lieu que cette Latitude devenoit de 59°. 12', 15", suivant les observations, qu'on avoit faites à bord du vaisseau avec le Sextant à réflection.

221. La réfraction, en élévant l'horison, faisoit paroître la hauteur méridionale du soleil 36°. 2', 15", quoique cette hauteur fût en effet beaucoup plus considérable; & par conséquent la Latitude devenoit plus grande. M. Wales, Astronome Anglois, à qui on doit ces observations, fait monter à dix minutes pour le moins les erreurs moyennes, causées par la réfraction dans les observations faites sur mer

avec des instruments à réflection, par lesquels on prend l'horison comme terme de comparaison pour les hauteurs.

222. En effet c'est un phénomene assez connu des Marins, que de voir de dessus le tillac ou gaillard du vaisseau une Isle, ou une côte fort distinctement ; tandis qu'on ne peut pas les voir des hunes des mâts, à cause de la grande réfraction de la couche inférieure de l'Atmosphère. Le même Astronome, qui a fait les observations ci-dessus, dit avoir lui-même observé ce phénomene ; & être monté pour se convaincre par ses propres yeux, sur les hunes du grand mât, sans avoir découvert terre ; au lieu qu'on la voyoit alors très-distinctement du gaillard du même vaisseau. Voyez le *vol.* 60 *des Transactions Philosophiques*, *pag.* 115. On a dit de l'Isle de *Madere*, qu'elle disparoissoit après avoir été vue par ceux qui la cherchoient, ce qui l'avoit fait appeller l'*Isle Enchantée.* Cette singularité dependoit apparemment d'un phénomène pareil à celui que nous venons d'expliquer.

223. On doit donc tâcher d'observer les hauteurs sur mer indépendemment s'il est possible, de ces grandes variations de l'Atmosphère. Pour obtenir cet objet important, on prendra les deux hauteurs d'un astre quelconque, c'est-à-dire sa hauteur par *devant* & son supplément *par derriere*, toutes les fois que les deux parties opposées de l'horison se trouveront découvertes dans le temps qu'on fait quelqu'observation. Car il est certain que la différence de leur somme au-delà de 180°. sera le double de la dépression actuelle de l'horison, à moins que les réfractions, dans les deux points opposés de l'horison, ne soient inégales ; ce qui n'est pas probable, ou du moins il n'y aura aucune différence considérable, & cela n'arrivera pas souvent. La valeur de cette dépression sera celle dont on fera usage pour corriger l'observation ; & en la comparant avec la mesure actuelle du n°. 217, elle donnera la différence entre la réfraction actuelle, & celle qu'on a adoptée dans la *Table premiere* à la fin de ce Traité. Mais il vaudra mieux la comparer avec la dépressiou calculée simplement sur cette Analogie : *le demi-diametre de la Terre* (3281012 toises sous l'Equateur, ou 3271202 toises dans nos latitudes, selon M. de la Lande : & 20899059 pieds Anglois selon M. Robertson) *plus la hauteur de l'œil de l'Observateur*, *est au rayon ou sinus total : comme le même dimi-diametre est au Cosinus de l'angle de la depression de l'horison*, c'est-à-dire *c e* (= *c n.* + *n e. fig.* 34 Planche 3) : Rayon :: *c t* : *Sin. angle c e t* (= *Cosin. angle z e t*). On trouvera après la *Table III des Refractions*, une autre petite Table, qui montre les angles de la simple dépression de l'horison pour des différentes hauteurs de l'œil de l'Observateur au-dessus de la surface de la Mer. Si on compare la dépression observée dont on vient de parler, avec celle de cette Table ; leur différence montrera la réfraction horisontale actuelle : & par une simple proportion on reconnoîtra la vraie réfraction de la hauteur de l'Astre, comme on le

dira dans la *Note ii.* Cette Table est tirée du *Traité de Navigation* de M. Bezout, déja cité.

224. On pourra faire la même observation par la premiere opération qu'on expliquera dans le n°. 244. Car en ôtant 180 degrés de ceux marqués sur l'instrument, le reste donnera le double de la dépression actuelle de l'horison. Mais si l'on a un des Sextants ou Octants nouveaux, dont on a parlé dans le Mémoire qui précéde ce Traité; on pourra faire ces observations par devant, lors même que la hauteur de l'astre ne sera pas plus de 30 *degrés*, sans avoir recours à l'observation par *derriere.* Car on y pourra observer par devant des supplements fort grands, comme on va le voir dans l'article qui suit.

Observer par devant, des Angles plus grands que la valeur du limbe de l'Instrument.

225. La partie Théorique de cette maniere d'observer se trouve deja établie & détaillée dans la *Problême premier* du Mémoire qui précéde ce Traité. Ce n'est qu'avec les instrumens nouveaux qu'on peut obtenir cet avantage dans les observations par devant, sans employer un instrument dont le limbe soit de 70 ou 75 degrés; limbe qui en effet est bien plus embarrassant, que l'arc de 45 degrés de ces Octants.

226. On trouve la description de l'Octant qui réunit ces qualités dans les n°. 97 & 144. Il ne s'agit à présent que de montrer l'usage, qu'on en doit faire.

227. On suppose que l'on a rectifié la perpendicularité du miroir de l'alidade (153) & des miroirs horisontaux *A* & *B*, *fig.* 11 par le n°. 155 & *suiv.* & qu'on a rendu bien perpendiculaire au plan de l'instrument l'axe commun de ces Miroirs (18); ce qu'on exécute par le moyen de trois vis, qui sont dessous le cercle *Z P*, & servent pour mettre ce cercle parallele au plan de l'instrument. Car s'il y a quelque défaut, il ne peut pas manquer de paroître, lorsqu'on éprouve la coincidence des deux images sur le miroir *B* avec l'alidade aux deux bouts *R* & *M* du limbe; c'est-à-dire, lorsqu'on ajuste la coincidence du miroir *B* avec celui de l'alidade à 90 ou 60 degrés, en regardant par la pinnule *K* ou *H* (*fig.* 111) selon qu'il a été détaillé dans la solution du Problême premier n°. 14. *Voyez la note K.*

228. Cela supposé, mettez la pinnule (*fig.* 23) dans l'échancrure *X*, *fig.* 11: faites le miroir *A*, parallele à celui de l'adidade par le n°. 180; en tournant par dessous plus ou moins le pignon *x*, avec la clef de la *fig.* 21. Arretez le cercle *Z P* dans cette position par la vis *v* de l'agraffe *w*, poussez l'alidade jusqu'au degré 60: mettez la pinnule *fig.* 23 dans l'échancrure *H*: lâchez la vis *r*, & faites l'autre miroir *B*

parallele à celui de l'alidade, en tournant le pignon *s* avec la même clef (*fig.* 21) : & arretez-le par la vis *r*, sur cet endroit du cercle *Z P*.

229. Otez la pinnule de *H*, & mettez-la dans l'échancrure L, (même *fig.* 11) : lâchez la vis *v* de l'agraffe *w*, & tournez le pignon *x* avec la même clef, jusqu'à ce qu'en regardant par la pinnule en *L*, vous voyez la coincidence des deux images sur le miroir *B* : c'est à dire de l'image réfléchie d'un objet bien éloigné, en parfaite coincidence avec le même objet. Arrêtez alors le cercle *Z P* par la vis *v* de la même agraffe *w* : & l'instrument sera prêt pour observer par *devant*, tous les angles depuis 0 *degré* jusqu'à 150 *degrés*.

230. Car on pourra observer tous les angles qui n'excédent pas 90 *degrés* sur le miroir *B*, comme à l'ordinaire avec la pinnule dans l'échancrure *L* : & pour observer des angles au-delà de 90 *degrés*, on mettra la pinnule dans l'autre échancrure, qui est un peu plus haut vers le centre de l'instrument & qui est marquée par le n°. 150 dans la même *fig.* 11 ; on se servira alors de l'autre miroir horisontal *A*, qui est tourné 30 degrés au-delà du zero *degré* du limbe.

231. On verra par la *Note J*, qu'il est fort aisé d'observer par *devant* des angles au delà de 150 *degrés* ; mais quoiqu'on puisse construire des Octants qui soient propres pour cet usage, ils deviendroient peut-être moins commodes pour manœuvrer dans les observations. C'est par cette raison qu'on a jugé plus à propos de ne pas excéder le terme de 150 degrés dans les Octants de cette nouvelle construction.

Observer par devant *toutes sortes de distances angulaires.*

232. Après avoir lu avec un peu d'attention les détails qu'on a déja donnés sur l'usage de ces instruments, on n'aura aucune difficulté à les appliquer pour mesurer toute autre sorte de distances angulaires. La premiere attention de l'Observateur doit être la position de son instrument, dont le plan doit passer par son œil & par les deux points des deux objets, dont il veut connoître la distance angulaire.

233. Lorsqu'on observe la lune, on doit prendre toujours le bord du limbe qui est le mieux défini & pleinement éclairé : ensuite on en fait la correction, suivant qu'il est opposé ou du même côté de l'objet auquel on le compare, comme on l'a détaillé dans la *Note ff.* Mais il est fort rare qu'on se serve des hauteurs de la Lune pour déterminer la latitude sur Mer, à moins d'avoir été empêché par quelque mauvais tems. A l'égard des Etoiles, leurs hauteurs sont presque toujours difficiles à observer à cause de l'obscurité, qui empêche de voir l'horison bien terminé. C'est pendant le crépuscule qu'on saisit mieux les observations des Etoiles.

234.

234. Lorſqu'un, ou tous les deux objets ont des diametres ſenſibles, on n'obſerve que l'attouchement de leurs limbes. Ainſi, pour avoir l'angle au centre, il faut toujours ajouter leurs demi-diametres (ou celui de l'aſtre qui en a), lorſqu'on obſerve par *devant* le contact de leurs limbes internes; au contraire, ſi l'on obſerve le contact de leurs limbes externes, en faiſant paſſer l'un par deſſus l'autre, & obſervant l'attouchement de la partie du limbe, la plus diſtante d'un chacun, on doit retrancher de l'angle ainſi obſervé, la valeur des demi-diametres des deux objets. *Voyez le détail de cette correction dans la Note ff.*

235. Si les objets ne ſont pas à une grande diſtance, on ſuivra les regles & directions qui ſeront données dans la *Note H*, n°. 18 *& ſuivants*, ſelon que les circonſtances l'exigeront. Mais on doit être averti que toutes les *diſtances angulaires*, ne ſont proprement que des *diſtances apparentes* en pluſieurs cas; & qu'il faut alors les corriger des effets de la *Parallaxe* & de la *Refraction*, &c. par le moyen du calcul, dont on donnera un Exemple dans le n°. 309 *& ſuiv.*

236. En général on doit toujours prendre par viſion directe, s'il eſt praticable, l'objet qui eſt le plus difficile à obſerver; ſoit parce qu'il eſt moins lumineux, ſoit parce qu'il eſt plus petit, ou plus aiſé à être pris pour un autre. Par exemple ſi c'eſt une *étoile*, on la regarde directement par la lunette, ou par la pinnule au défaut de lunette: & on la conſerve dans le champ de viſion, mettant dans le même tems l'inſtrument de maniere que ſon plan paſſe auſſi par l'autre objet; on tournera un peu l'inſtrument à gauche ou à droite, pour que l'image réfléchie paroiſſe dans le champ de la lunette: & c'eſt par cette raiſon qu'on tâchera de mettre l'alidade à-peu-près au degré du limbe, qui en meſurera la diſtance angulaire, lorſqu'on préparera l'inſtrument (168). En approchant de plus en plus un objet de l'autre, moyennant le mouvement de l'alidade, ou de la vis qui la fait mouvoir lentement, (n°. 67) on parviendra à obſerver exactement leur contact.

Les exemples ſuivans montreront la pratique de tout ce qu'on vient de remarquer, ſur ce ſujet. J'y ſuppoſe pour la plupart le plus grand nombre de corrections à faire pour fixer davantage l'attention du Lecteur, quoiqu'on ne ſoit pas ſouvent dans le cas de les faire toutes.

Exemples des Obſervations par devant.

237. A. *Exemple* 1. On a obſervé la hauteur du bord inférieur du Soleil ſur l'horiſon, le 7 Août 1775, le vaiſſeau étant alors vers le 45

degré de longitude à l'Oueſt de Paris ; & l'on a trouvé par le Sextant, ou par l'Octant........................... 39° 14′ 0″

Premiere correction, *l'erreur de l'alidade* (192) que je ſuppoſe nulle.

Deuxieme correction, *la vraie dépreſſion de l'horiſon* (220) *ſouſtractive*........................ − 4 27

Troiſieme correction, *le demi-diametre* (200) *additive*, 39 9 33
par la Table II........................ + 15 49

Quatrieme correction, *la réfraction* (202) *ſouſtractive*. 39 25 22
par la Table III........................ − 1 22

La cinquieme correction n'a pas lieu dans ces obſervations du Soleil : & je ſuppoſe que les deux autres corrections accidentelles ne ſont point néceſſaires dans le cas préſent.

Ainſi la *hauteur vraie* du Soleil ſera.................. 39° 24′ 0″

237. *B. Exemple* 2. On a obſervé le 10 Novembre 1775 la hauteur du bord inférieur du Soleil, le vaiſſeau étant vers le 180 *degré* de longitude à l'Eſt de Paris ; & l'on a trouvé .... 47° 33′ 0″

Premiere correction, *l'erreur de l'alidade* (192) que je ſuppoſe *additive*........................ + 5 30

Deuxieme correction, *vraie dépreſſion de l'horiſon* (220) 47 38 30
ſouſtractive........................ − 3 30

Troiſieme correction, *le demi-diametre* (200) *additive* 47 35 0
par la Connoiſſance des Temps.................. + 16 13

Quatrieme correction, *la réfraction* (202) *ſouſtractive* 47 51 13
par la Table III........................ − 1 2

Cinquieme correction, *la parallaxe* (204) n'a pas lieu. 47 50 11

Sixieme correction, *la déviation* (206) *ſouſtractive* par la Table IV, en la ſuppoſant de 30′.................. − 7

Septieme correction, *l'erreur du limbe* (208) que je 47 50 4
ſuppoſe *ſouſtractive*........................ − 6 2

Donc la hauteur vraie du Soleil ſera .... 47° 44′ 2″

Ou en nombres complets........................ 47° 44′ 0″

237. C. *Exemple* 3. On a observé le 7 Janvier 1775, à dix heures du soir, la hauteur de l'Etoile qui est plus au Nord dans le *quarré de la grande Ourse*, marquée α (alpha) dans le Catalogue, lorsqu'elle étoit au-dessous du Pole; le vaisseau étoit vers le 120 *degré* de longitude à l'Ouest de Paris; & l'on a trouvé par l'instrument............ 30° 6′ 0″

Correction 1, l'erreur de l'alidade (192) que je suppose *soustractive*.................................... − 3 0

30 3 0

Correction 2, la dépression de l'horison (198) *soustractive* par la Table I............................ − 3 33

Correction 3, demi-diametre (200) *nulle*. 29 59 27

Correction 4, la réfraction (202) *soustractive* par la Table III.................................... − 1 54

Correction 5, la parallaxe (204) *nulle*. 29 57 33

Correction 6, la déviation (206) *soustractive*, par la Table IV, en la supposant de 20′.............. − 2

Correction 7, l'erreur du limbe (208) que je suppose *additive*.................................... 29 57 31 / + 29

Donc la hauteur vraie de l'Etoile sera............. 29 58 0

237. D. *Exemple* 4. On a observé, le 19 Mai 1774, vers les deux *heures* & un *quart* après midi, étant par une longitude estimée de 52 *degrés* à l'Ouest de Paris, la distance entre les bords internes du Soleil & de la Lune; & l'on a trouvé par le Sextant, en prenant la *moyenne* de cinq observations, un angle de................ 101° 13′ 59″

Correction 1, l'erreur de l'alidade (192) que je suppose *additive*.................................... + 1 27

Correction 2, la dépression (191) *n'a pas lieu à présent*.

Correction 3, demi-diametre de la Lune (234) *additive*, par la *connoissance des temps*.............. + 15 28

Plus, la *Correction* de ce *demi-diametre*, suivant la hauteur, (n°. 201) *additive* par la Table VI, en supposant la hauteur de la Lune de 18 *degrés*..................... + 5

Plus, le *demi-diametre* du Soleil (234) *additive*, par la *Connoissance des Temps*........................ + 15 50

Corrections 4 & 5, la *réfraction* & la *parallaxe* n'entrent dans les *observations de distance* que par la méthode qu'on donnera dans le n°. 309.

101° 46′ 49″

De l'autre part	101° 46′ 49″
Correction 6, la déviation (206) *ſouſtractive*, que je ſuppoſe de 20′, par la Table IV, ſera...............	− 8
Donc la diſtance des centres du Soleil & de la Lune ſera	101 46 41

237. *E. Exemple 5.* On a obſervé la hauteur du bord inférieur de la Lune, le 23 Juillet 1775 à 14 *heures* du ſoir, ce qui fait 2 *heures* après minuit, la longitude du vaiſſeau étant à l'Eſt de Paris d'environ 120

degrés; & l'on a trouvé par l'inſtrument.............	83° 44′ 0″
1. *Correction*, l'erreur de l'alidade (192) que je ſuppoſe *additive*.....................................	+ 2 0
	83 46 0
2. *Correction*, dépreſſion (198) *ſouſtractive* : ſuivant la Table I, je la ſuppoſe................................	− 3 50
	83 42 10
3. *Correction*, demi-diametre (200) *additive* : par la *Connoiſſance des Temps*, le demi-diam. horiſ. de la lune (*Voyez* les Notes (*) au bas de cette page) étoit......	+ 15 4
La *Correction* de ce demi-diametre (201) ſuivant la Table VI, doit être également *additive*.............	+ 14
	83 57 28
4. *Correction*, la réfraction (202) *ſouſtractive*, eſt par la Table III..	− 8
	83 57 20
5. *Correction*, la parallaxe (204) *additive*. Par la *Connoiſſance des Temps*, la *parallaxe horiſontale* eſt 55′ 13″; mais cette *parallaxe* doit être réduite en parallaxe de hauteur, ſuivant le n°. 205. Par la Table V.........	+ 6 0
	84 3 20
6. *Correction*, déviation (206) *ſouſtractive*, en la ſuppoſant de 20′, la Table IV donne..................	− 6
	84 3 14
7. *Correction*, l'erreur du limbe (208) que je ſuppoſe *ſouſtractive* de..................................	− 19
Donc la vraie hauteur ſera............................	84 2 55
Ou en nombres complets................................	84 3 0

(*) 1°. L'heure du vaiſſeau étoit la quatorzieme après-midi ; mais ſe trouvant à 120 *degrés* à l'Eſt de Paris, il y a 8 heures à retrancher : c'étoit donc 6 heures du ſoir à Paris. Or, le diametre de la ☽ à midi de ce jour étoit 30′ 4″ : celui du jour ſuivant, 29′ 51″ : leur différence 13″ : dont le quart *ſouſtractif* (puiſqu'il alloit en diminuant) eſt 3″, 25 ; qui joints à 30′ 4″, font 30′ 7″, 25 ; dont la moitié eſt 15′ 4″.

2°. C'eſt par cette même méthode qu'on détermine avec exactitude la Déclinaiſon des Aſtres ; & toutes les autres circonſtances qui ſont variables, à moins qu'il ne ſoit pas néceſſaire d'employer une plus grande exactitude, comme il arrive dans le calcul du *lieu* de la Lune. Car alors il faut employer les *différences ſecondes*. Voyez le n° 287 *du Traité de la* Navigation *de M. Bezout.*

3°. J'ai ſuppoſé que les obſervations des exemples *B* & *A* ci-deſſus, furent faites à midi.

MANIERE

De faire les Obſervations par derriere.

De l'importance des Obſervations par derriere.

238. ON ne peut trop recommander aux Marins de s'exercer dans ce genre d'obſervations, pour ſe les rendre familieres & aiſées dans la pratique. Elles ſont les ſeules auxquelles il faut recourir dans quelques cas urgents, comme on l'a déja inſinué dans le n°. 20 du *Mémoire*, & encore plus poſitivement dans le n°. 220 & *ſuivans* de ce Traité. On y a vû combien il eſt important d'employer ces obſervations toutes les fois que le tems & les circonſtances le permettent, pour obſerver les ſuppléments des petites hauteurs des aſtres. C'eſt alors que les difficultés s'augmentent pour obtenir des réſultats sûrs, & que les erreurs ſe multiplient. Il faut donc s'efforcer de les ſurmonter par le ſecours que ces obſervations nous offrent.

239. Il y a des Marins qui ſe ſont rebutés trop légérement de ces obſervations à cauſe de l'attention qu'il faut apporter, pour trouver l'image de l'objet qui eſt par derriere, ſur le miroir & comme en tâtonnant. Mais un peu d'adreſſe & d'exercice dans la pratique de ces obſervations ſurmonteront aiſément cette difficulté. On voit tous les jours des opérations infiniment plus difficiles devenir fort familieres & très-aiſées dans l'exécution; d'ailleurs ſi l'on met l'objet de viſion directe dans le champ du miroir, après avoir mis l'alidade à l'angle qu'on veut obſerver, ce qu'on connoît d'avance à peu de choſe près : il n'y aura qu'à balancer un peu l'inſtrument, en le tournant ſur l'axe de la lunette d'un côté ou de l'autre, & l'image réfléchie de l'autre objet viendra s'y joindre avec l'objet de viſion directe, comme il eſt dit ci-deſſus.

Rectification ou Ajuſtement *pour obſerver par* derriere.

240. La rectification des Octants & Sextants pour obſerver par *derriere*, c'eſt-à-dire, avec le dos tourné à un des deux objets dont on meſure la diſtance angulaire; conſiſte à faire coincider l'image réfléchie de l'objet qui eſt *derriere* l'Obſervateur, avec un autre objet qui lui ſoit oppoſé en ligne droite devant lui, tandis que l'alidade ſe trouve

au *zero degré* du limbe, qui pour lors vaut 180°. *Voyez la Note H.* n°. 17. Cet ajustement ne demande pas moins d'attention de la part de l'Observateur, que l'ajustement pour les observations par *devant*. Je suppose que le miroir de l'alidade est bien perpendiculaire au plan de l'instrument n°. 153. (*Voyez aussi la Méthode de la Note ee*). Je suppose aussi tous les avis donnés dans le n°. 166 & *suivans*, qu'on a mis la lunette & les verres obscurs dans leurs places respectives, pour observer sur le miroir *A* : & qu'on se souvient d'employer la directrice du n°. 130, en cas que l'on n'ait point une lunette dans l'instrument. Les Octants & Sextants ordinaires, étant garnis d'un second miroir *A.*, *fig.* 10 *Planche II*, pourront être rectifiés par quelqu'une des Méthodes suivantes, dont on choisira la plus convenable, suivant les circonstances & l'occasion des observations. Voici la plus commune.

Premiere méthode de l'Ajustement par derriere.

241. Prenez le double de la *dépression* de l'horison (deja connue par le n°. 220 ci-dessus) sur l'arc *d'excès* du limbe, c'est-à-dire entre le 0 degré & le bout *M* du même limbe. Mettez-y l'alidade : & regardant l'horison avec l'œil en *K* (169) à travers la partie diaphane du miroir *A*, tournez, s'il le faut, le levier de ce miroir (92) ou la vis (95), pour ramener l'image réfléchie de l'horison derriere vous, en coincidence avec l'horison de devant, de façon que les deux images n'en forment qu'une seule, continuée en ligne droite : arrêtez alors le *levier* ou la *vis sans fin*, pour que le miroir *A* reste dans cette position.

242. Mais si la vraie dépression actuelle ne vous est pas connue, mettez le miroir *A* à peu près à 90 *degrés*, c'est-à-dire perpendiculaire à la direction du miroir de l'alidade : faites marcher l'index, (c'est-à-dire l'alidade) jusqu'à trouver la même coincidence des deux parties de l'horison du n°. précédent. Marquez le nombre montré par le *Nonius* au-delà du *zero degré* du limbe vers *M*. Tournez votre instrument avec le limbe en haut & le centre en bas ; & tenez-le bien verticalement avec la main gauche par le milieu de la croix de l'assemblage de la *fig.* 10, ou par le manche des *figures* 11. & 12, vous aidant dans le même tems avec la main droite appliquée au bout *M* du limbe ; alors en penchant un peu la tête, pour ne pas empêcher par votre corps le passage des rayons de l'horison derriere vous jusqu'au miroir de l'alidade, vous observerez la coincidence de cette image avec l'horison par *vision directe*, faisant marcher l'alidade, autant qu'il le faut, sur le limbe.

243. Le nombre de degrés trouvés par cette seconde observation, doit être le supplément de ceux trouvés dans la premiere observation, pour les 360° du cercle entier, comme il paroît par la *Note dd*. S'il y

a plus ou moins que 360 degrés dans la somme entiere, il faudra tourner le miroir *A* un peu sur son axe par le *levier* ou par la *vis* ci-dessus (n°. 92 & 95) & répéter ces observations jusqu'à ce que la somme des deux observations soit égale à 360, & pour lors l'instrument sera ajusté comme il faut pour observer par *derriere*.

244. Lorsqu'on aura ajusté le miroir, comme il faut pour obtenir la somme ci-dessus par les deux observations, on sçaura à quoi s'en tenir pour la valeur de la dépression actuelle de l'horison. Car en ôtant 180 degrés de la premiere des deux observations, (faites avec l'instrument dans la situation ordinaire, c'est-à dire avec le centre en haut & le limbe en bas), le reste sera le double de la dépression actuelle de l'horison. Par exemple si la premiere observation montre dans le limbe 6 *min.* au-delà de 180 deg., & que la seconde observation donne 179 degrés 54 minutes qui est le supplément pour 360 degrés, on sera assuré que l'instrument est bien ajusté, & qu'il faudra compter pour la dépression actuelle de l'horison 3 min. Bien souvent la mesure actuelle de la hauteur trouvée par le n°. 217, montrera une dépression assez différente.

245. La méthode de cet ajustement ou rectification de l'instrument n'est point trop aisée à pratiquer, & ne laisse pas d'être un peu gênante dans la seconde opération du n°. 242; soit qu'on l'exécute en s'inclinant à la gauche pour observer avec l'œil du même côté, soit qu'on se plie sur la droite, en élévant le bras droit & regardant avec l'œil droit. Mais elle est la plus générale & propre pour les Octants ordinaires. En effet elle suppose que la réfraction est égale de tous les côtés de l'horison, & que les deux parties de l'horison sont tout-à-fait découvertes, & assez distinctes, sans aucun brouillard ou nuage : ce qui n'est pas toujours le cas en haute mer, lorsqu'on a besoin de faire ces observations.

Seconde Méthode pour rectifier le miroir des observations par derriere.

246. Après avoir bien rectifié l'instrument pour observer par *devant*, on mettra l'alidade à 90 *degrés*; & on cherchera en observant par devant, cette distance angulaire entre deux objets célestes, le *soleil*, la *lune*, des *étoiles*, &c. ou même entre deux *promontoires* assez éloignés, si l'on voit la côte, &c. On tournera l'instrument, & appliquant l'œil en *K*, on doit trouver la même coincidence de ces deux objets, en les observant par *derriere* avec le miroir *A*, comme on l'a remarqué dans les n°s 52 & 163, en parlant de la rectification du limbe. Si l'on y trouve quelque différence, on fera tourner le miroir *A*, autant qu'il le faudra:

autrement on aura ſoin de faire la correction de cette erreur dans les obſervations qu'on fera avec l'inſtrument ainſi rectifié.

247. Si les deux objets ne ſont pas exactement à 90 *degrés* de diſtance, cela n'empêche pas l'effet de cette rectification, pourvu que leur angle ſoit meſurable dans l'arc de l'inſtrument, tant par *devant* que par *derriere.* Car ſi l'on obſerve par devant un angle, par exemple de 91 *degrés*, 30 *minutes*, & qu'en tournant l'inſtrument on mette l'alidade à 88 degrés 30 minutes; alors celui-ci fait le même angle de 90 *degrés* 30 *minutes*, en obſervant par *derriere*, comme on en a averti dans les n°. 72 & 73.

248. Les deux objets qu'on prend pour faire cette rectification, doivent être à une grande diſtance de l'Obſervateur : ou du moins celui qu'on prend par viſion directe doit être bien éloigné ; car autrement l'ajuſtement de l'inſtrument ne ſera pas exact, comme il eſt aiſé de le voir par la Note *H.* n°. 17 à cauſe de l'angle parallactique, produit par le peu de diſtance de l'objet qu'on prend *par viſion directe.* Cependant un Obſervateur habile ne manquera pas de trouver peut-être même dans le vaiſſeau, deux objets à la diſtance requiſe de près de 90 degrés pour pratiquer cette méthode de l'ajuſtement pour obſerver par *derriere*, en ſe conformant aux avis donnés dans les n°. 19 & *ſuivants* de la même *Note H.*

Troiſieme Méthode de la rectification pour obſerver par derriere.

249. L'opération que j'ai décrite dans le n°. 51 fournit une autre méthode pour rectifier le miroir *A* pour les obſervations par *derriere.* On doit dans ce cas chercher deux objets, qui ſoient diamétralement oppoſés (ou du moins à une légere différence près) & qui ſoient aſſez éloignés, *Voyez la Note H.* n°. 18 *& ſuivants.* Ayant trouvé ces deux objets, on met l'inſtrument dans le ſens horiſontal, avec l'alidade & les miroirs en haut : on obſerve par derriere la coincidence de leurs images ; & en tournant en bas la face de l'inſtrument qui étoit tournée en haut, on obſerve de nouveau cette même coincidence.

250. Au lieu de tourner l'inſtrument ſens-deſſus-deſſous, il eſt plus aiſé pour l'Obſervateur de faire un demi-tour lui-même avec ſon inſtrument, en le conſervant dans la même poſition horiſontale, & de prendre par *viſion directe*, l'objet qu'il avoit pris *par réflection* : pourvu que les deux objets ſoient fort éloignés. Les nombres marqués par ces deux obſervations, doivent faire la ſomme de 360 degrés. Autrement on agira comme on l'a indiqué ci-deſſus, ſoit en changeant la poſition du

du miroir, ou en tenant compte de cette correction dans les observations.

251. On pourroit employer cette méthode sur mer, en comparant un astre qui se couche dans l'horison, avec un autre dont la hauteur apparente seroit égale au double de la dépression de l'horison. Quoique les réfractions fort près de l'horison soient trop variables par les différentes dispositions de l'atmosphere, pour compter sur ces observations, néanmoins elles ne causeront aucune erreur sensible dans le cas présent, où il ne s'agit que de la hauteur apparente.

Quatrieme Méthode de rectifier les Instrumens nouveaux, par un seul objet pour les observations par derriere.

252. On n'est nullement gêné sur les circonstances favorables des deux objets qu'il faut avoir pour rectifier l'instrument avec lequel l'on observe par *derriere*, lorsqu'on en a un de la nouvelle construction. Car un seul objet suffit pour la faire avec toute l'exactitude qu'il est possible d'obtenir dans ces observations. Si c'est un Octant construit dans la forme réprésentée par la *fig.* 11, *Pl.* 2, mettez l'alidade à *zero degré*, & la pinnule en *X*; faites le miroir *A* parallele à celui de l'alidade, en tournant le cercle *Z P* par le pignon *x*. Arrêtez-y ce cercle par la vis *v* de l'agraffe *w*. Poussez alors l'alidade jusqu'au *degré* 90 du limbe, mettez la pinnule en *K*: faites le miroir *B* parallele au miroir *N* de l'alidade, en tournant le pignon *s*. Arrêtez ce miroir par l'agraffe ou vis *r*. Otez la pinnulle de l'échancrure *K*, que vous mettrez dans celle marquée *L*: remettez l'alidade à *zero degré*: & desserrant la vis *v*, tournez le pignon *x*, jusqu'à ce que le miroir *B* devienne parallele au même miroir *N n*; dans ce cas, le miroir *A* aura tourné 45 *degrés* en arriere.

253. Si l'on répéte cette opération encore une fois, on a le miroir *A* à deux fois 45 *degrés*, relativement au miroir *Nn*, lorsque l'alidade se trouve au *zero degré* du limbe : ce qui est la vraie position qu'il faut pour observer par *derriere*, comme on l'a deja démontré dans le *problême* 2 n°. 19 *& suivants*. Ainsi on observera par devant sur le miroir *B*, ayant la pinnule ou lunette en *L*. Et pour observer par derriere, la piéce représentée dans la *figure* 30 de la *planche* 2, sera attachée sous le cercle *ZP*, au corps de l'instrument, en l'y affermissant par la vis *a*, dont elle est garnie : & on mettra, dans son échancrure *b*, la pinnule, ou porte-lunette de la *fig.* 23, de même que dans les autres endroits de l'instrument.

254. La méthode que je viens de détailler pour rectifier ces instru-

mens nouveaux, est une conséquence de la nouvelle construction qui fait l'objet du Mémoire qui précéde ce Traité, comme on l'a vû par le Problême 2, n°. 19. Mais on peut l'obtenir aussi en rendant le miroir de l'alidade mobile, comme on va le voir dans l'article suivant. On verra aussi les avantages de cette construction dans l'*Apendix* qui suivra ce Traité, & dans la *Note ee*: actuellement je vais montrer la méthode de cette seconde (ou plutôt cinquieme) espece d'ajustement.

Cinquieme Méthode de l'ajustement par derriere *dans les Instrumens nouveaux.*

255. Si la platine qui porte le miroir *Nn* de l'alidade *figure* 10, est construite, de maniere qu'elle puisse tourner sur son axe indépendamment de l'alidade, & y être arrêtée ou détachée à volonté, par le moyen d'une agraffe *r* qui la tienne au corps de l'instrument, tandis que l'alidade se meut toute seule, & d'un autre agraffe *z* qui puisse la tenir attachée lorsqu'on le voudra, à la même alidade; *voyez la fig.* 32, *Pl.* 3; & la *fig.* 11, *Pl* 2. On aura pour lors tout ce qu'il faut pour faire cet ajustement. Premiérement ajustez le miroir *B* parallele à *Nn*, par la coincidence d'une image réfléchie, avec son objet de vision directe: arrêtez la platine du miroir *Nn* au corps de l'instrument; & détachez l'alidade. Menez l'alidade à 90°. dans les Octants, ou à 120 *degrés* dans les Sextants. Serrez alors l'agraffe *z* de la platine de *Nn* sur l'alidade, & détachez l'autre agraffe *r* qui la tenoit au corps de l'instrument. Ramenez l'alidade à 0°; & le miroir *Nn* se trouvera 90° en arriere dans les Octants, & 120° dans les Sextants.

256. Serrez l'agraffe *r* qui sert à retenir la platine du miroir *Nn* au corps de l'instrument, & desserrez celle *z* de l'alidade. Menez-la au degré 90 du limbe dans les Octants, ou au 60° du limbe, si c'est un Sextant. Serrez-y l'agraffe *z*, qui tient la platine à l'alidade, & détachez l'autre graffe *r*: amenez pour la derniere fois l'alidade à 0°; & le miroir *Nn* se trouvera reculé de 90°, en arriere du miroir *B*. Faites alors le miroir *A* parallele au miroir *Nn* par la coincidence ordinaire. Desserrez l'agraffe de celui-ci, & sans mouvoir l'alidade du *zero* du limbe, remettez ce miroir parallele au miroir *B*, qui est resté immobile pendant toute cette opération. Arrêtez dans cette position le miroir *Nn* sur l'alidade par l'agraffe *z*. Alors le miroir *B* sera ajusté pour observer par devant, & le miroir *A* pour observer par derriere.

Sixieme Méthode de l'ajustement pour observer par derriere, *avec les Instrumens nouveaux.*

257. Les Sextants de la nouvelle construction ne différent des

Octants dont je viens de parler dans le n°. 354, que dans l'application un peu plus courte des mêmes principes, par laquelle on simplifie la même opération des Octants. Car, en effet, ce n'est qu'une seule opération qu'il faut employer à les ajuster pour les observations par *derriere*, comme on l'a dit dans le n°. 34 & dans la *Note R*. Soit le Sextant de la *fig.* 12, *Planche* 2, qu'on veut ajuster pour les observations par *derriere*: mettez l'alidade à 120 *degrés*: desserrez la vis *a*, & tournez le pignon *t* dont on a parlé dans le n°. 99, jusqu'à ce que le bras *d b* arrive au bout *f* du Secteur *f d r*, & que l'on trouve le miroir *B* parallele à celui *N* de l'alidade, en observant, par la pinnule de la *fig.* 23, qu'on mettra en *K*, la coincidence de l'image par *réflection*, avec son objet vu par des *rayons directs*. Cela fait, serrez l'agraffe *a* qui est dessous pour le tenir ferme dans cet endroit.

258. Otez la pinnule de *K*: placez-la dans l'échancrure de l'instrument qui est entre *N* & *T*. Ramenez l'alidade à *zero* degré, & regardant par la pinnule que vous avez mise dans l'échancrure près de *N*, faites que le miroir *A* qui se trouvera alors près de l'endroit *B*, soit parallele au miroir *N* de l'alidade, par la même coincidence de l'image avec son objet, en le tournant, s'il le faut, par la vis sans fin *b c*, avec la clef de la *fig.* 21 que vous mettrez dans le bout *b* de la même vis. Dans ce cas, les deux miroirs *A* & *B* seront inclinés de 60 degrés l'un vers l'autre; ôtez la pinnule de l'échancrure *N*, & placez-la en *H*. Desserrez la vis *a* de l'agraffe; & tournez le pignon *t* jusqu'à ce que le bras qui porte les deux miroirs *A* & *B*, revienne dans la situation représentée par la *fig.* 12: & regardant par la pinnule *H*, rendez le miroir *B* parallele au miroir *N* de l'alidade, par le moyen de la même coincidence de l'image avec son objet: arrêtez le tout dans cette situation par la vis de l'agraffe *a*; & l'ajustement sera parfait, tant pour l'observation de *derriere* que pour celle de *devant*.

259. Car on observera par *devant* sur le miroir *B* jusqu'au bout *R* du limbe: & les nombres qui sont gravés au-dessus de la ligne ondée montreront la valeur de ces angles. Mais pour observer par *derriere*, on mettra la pinnule avec la lunette dans l'échancrure près de *A*, & on emploiera ce miroir *A* pour observer, le dos étant tourné à un des objets. Les nombres qui sont gravés sur le limbe, au-dessous de la même ligne ondée, montreront la valeur des angles observés par *derriere*. On peut remarquer que le degré 180 des observations par *derriere*, tombe dans le degré 60 des observations par devant: & les angles de 120 degrés tombent précisément sur la même division dans l'une & dans l'autre observation.

260. Pour ce qui regarde les autres Sextants nouveaux dont on a

donné la théorie dans les n°. 34 & 36 ; c'eſt aſſez de lire avec un peu d'attention ce qu'on y dit ſur leur conſtruction, pour ſe mettre au fait de leur pratique : la différence étant ſi peu de choſe, qu'elle ne peut aucunement embarraſſer l'Obſervateur qui en veut faire uſage.

Obſerver la hauteur d'un Aſtre quelconque ; & prendre toutes ſortes de diſtances angulaires par derriere.

261. La pratique de cette obſervation par *derriere*, eſt aſſez différente de celle par *devant*. Le miroir horiſontal *A* eſt celui dont on y fait uſage : & en conſéquence c'eſt par la pinnule *K*, *figure* 10, qu'on y obſerve la coincidence des deux objets dont on veut meſurer la diſtance angulaire. Ainſi il n'y a qu'à pratiquer les avis donnés au commencement de la *Section précédente*, n°. 166, 168, 170, 173 & *ſuiv*. pour faire l'ajuſtement de cette obſervation, par quelqu'une des méthodes qu'on vient de donner ; & pour prendre les angles qu'on ſouhaite, en y appliquant reſpectivement les mêmes inſtructions du n°. 184, 240 & *ſuivants*, &c. Enfin ſi un des deux objets, ou ſi tous les deux ne ſont point à une diſtance aſſez grande, on pratiquera les avis donnés dans la Note *H*, n°. 19, & *ſuivants*. Voyez auſſi la Note *m m* ſur la méthode de l'ajuſtement de ces inſtrumens par une *Etoile* : & la Note *l l* ſur la maniere d'obſerver les hauteurs des Aſtres ſur Mer, lorſque l'horiſon ſe trouve couvert par quelque nuage.

Corrections des Obſervations par derriere.

262. L'uſage des Marins lorſqu'ils obſervent la hauteur des aſtres par *derriere*, eſt de prendre les nombres qui ſervent pour les obſervations par *devant* ; quoique l'angle qu'on a réellement pris avec l'inſtrument, ne ſoit que ſon ſupplément. Ainſi pour éviter toute ſorte d'équivoque, je nommerai *Angles de hauteur*, les premiers ; c'eſt-dire ceux qui ſont marqués par l'alidade dans le rang des nombres qui ſervent pour les obſervations de *devant*, quoique l'obſervation ſoit faite par *derriere* : & *Angles de la diſtance Supplementale*, les vrais angles obſervés par *derriere*, qui ſont toujours le ſupplément de ceux marqués par le rang des diviſions du limbe qui ſervent pour les obſervations de *devant*. Dans la ſuite je donnerai des exemples de chaque eſpece.

Corrections des Angles de diſtance ſupplémentale *des Obſervations par* derriere.

263. *Premiere Correction*. L'erreur de l'alidade dans les obſervations par derriere, eſt *additive* lorſque la coincidence des objets oppoſés en ligne droite ſe fait dans l'arc conſtant du limbe avec l'index en deçà du *zero* du limbe (qui fait alors 180°.) c'eſt-à-dire entre le *zero* degré du limbe & la partie *R*. Au contraire elle eſt *ſouſtractive*, lorſque cette coincidence ſe fait dans *l'arc d'excès*, entre le zero *degré* (ou 180°) du limbe & le bout *M*. *Voyez la Note* h h.

264. *Seconde Correction.* La dépreſſion de l'horiſon devroit être *ſouſtractive*, en calculant l'angle ſupplémental, comme on le verra par la note *ff*, n°. 2; mais on ne l'emploie que dans les obſervations de *hauteur*, dont on parlera dans le n°. 270.

265. *Troiſieme Correction.* Le demi-diametre de l'objet, (ou des deux objets, s'ils en ont) eſt *additive* lorſqu'on obſerve les bords les plus approchans des deux objets : au contraire elle ſera *ſouſtractive*, lorſqu'on obſervera les bords les plus éloignés des objets : *voyez la note ff*, n° 12 & 13.

266. *Quatrieme Correction.* La réfraction : elle doit être déterminée par les hauteurs au-deſſus de l'horiſon, ou par les diſtances au zénith ; ainſi elle appartient directement aux meſures de *hauteur.* Cependant il faut la corriger auſſi bien que la *Parallaxe*, pour réduire les diſtances apparentes aux vraies diſtances, comme dans le n°. 318.

267. *Cinquieme Correction.* La parallaxe : elle dépend auſſi de la hauteur des Aſtres. On l'emploiera comme dans les n°s 318 & 319.

268. *Sixieme Correction (accidentelle).* La déviation : elle eſt *ſouſtractive*, comme dans le n°. 206. *Voyez le* n°. 17 de la *Note* ff.

269. *Septieme Correction (accidentelle).* L'erreur du limbe eſt le contraire des obſervations par *devant*; car elle ſera *additive*, lorſque la liſte indiquée dans le n°. 165 le marquera *ſouſtractive*, &c. Il ſuffira de jetter les yeux ſur la *fig.* 35, *pl.* 3, pour s'en convaincre. *Voyez* auſſi *la Note* hh.

Corrections des Angles de hauteur, *obſervés par* derriere.

270. *Premiere Correction.* L'erreur de l'alidade eſt *additive*, lorſque la coincidence des deux objets ſe trouve dans l'*arc d'excès* entre le *zéro degré* & le bout *M* du limbe : au contraire elle eſt *ſouſtractive*, lorſque cette coincidence ſe trouve dans l'*arc conſtant* entre le *zéro degré* & le bout *R* du limbe; c'eſt-à-dire, que cette correction eſt comme dans les obſervations par *devant*, & eſt dans le ſens contraire des obſervations des angles ſupplémentaux par *derriere*. *Voyez la Note* h h.

2. *Correction.* La *dépreſſion de l'horiſon* eſt *additive* : voyez la Note *ff*, n°. 3.

3. *Correction.* Le demi-diametre de l'Aſtre eſt *ſouſtractive*, lorſqu'on obſerve le bord qui paroît être inférieur : & *additive*, lorſqu'on obſerve le bord qui paroît être ſupérieur. *Voyez les* n°s 9 & 11 *de la Note* ff.

4. *Correction.* La réfraction, eſt *ſouſtractive*. Voyez le n°. 14 de la *Note* ff. Mais elle ſera *additive*, ſi l'angle réellement obſervé eſt moindre de 90 °. *Voyez la Note* cc.

5. *Correction.* La parallaxe, eſt *additive.* Voyez le n°. 15 de la *Note* ff. Mais elle ſera *ſouſtractive*, lorſque l'angle réellement obſervé ſera moindre de 90°. *Voyez la Note* c c.

6. *Correction.* La déviation est *additive.* Voyez le n° 17 de la *Note* ff.

7. *Correction.* L'erreur du limbe. Cette correction doit être dans le sens contraire de ce qu'elle étoit dans les observations de *distance.* Voyez la *Note* h h; c'est-à-dire, on doit *retrancher* ou *ajouter* dans les observations dont il s'agit, la même quantité marquée dans la liste du n°. 165. *Voyez* le n°. 18 *de la Note* ff.

Exemples des Observations par derriere.

271. *A. Exemple* 1. On a observé par *derriere*, le 8 Juin 1775 à midi, avec un Octant ordinaire, la hauteur du bord inférieur du Soleil sur l'horison, qui étoit 87° 54', suivant l'instrument; c'est-à-dire, suivant que l'alidade le montroit dans le rang supérieur des divisions du limbe, qui servent pour les observations par *devant*, le vaisseau se trouvoit vers le degré 60 de longitude à l'Ouest de Paris. L'angle mesuré effectivement par l'instrument, est l'angle supplémental 90° 6'. Mais lorsqu'il s'agit des observations de hauteur, on les compte toujours au-dessus du point de l'horison le plus proche, ce qui est le véritable angle de hauteur; au lieu que l'angle observé n'est que son supplément. Ainsi on comptera le même

angle indiqué par l'alidade........................	87° 54' 0"
1. *Correction*, erreur de l'alidade (270) supposée *additive.*	+ 7 1
2. *Correction*, dépression de l'horison (270) *additive*, (trouvée par le n°. 220)........................	+ 4 30
3. *Correction*, demi-diametre (270) *soustractive*, par la *Connoissance des Temps*........................	88 5 31 — 15 47
4. *Correction*, réfraction (270) *soustractive*; elle est presque insensible, suivant la Table III................	87 49 44 — 2
5. *Correction*, parallaxe (270) *n'a pas lieu.*	87 49 42
6. *Correction*, déviation (270) *additive*, en la supposant de 30', Table IV........................	+ 15
Si la Correction 7 n'a pas lieu, la vraie hauteur sera...	87 49 57

271. *B. Exemple* 2. On a observé par *derriere*, le 26 Octobre 1775, à 15 heures (c'est-à-dire, à 3 heures après la minuit suivante) la hauteur du bord inférieur de la Lune sur l'horison, le vaisseau se trouvant alors à 180 *degrés* de Longitude à l'Ouest de Paris; & l'on a trouvé sur le

limbe..	39° 28' 0"
1. *Correction* (270) l'erreur de l'alidade, par supposition *additive*..	+ 26 50
2. *Correction* (270) la dépression de l'horison *additive.*	+ 4 21
3. *Correction*, demi-diametre (170) *soustractive.* Par la *Connoissance des Temps*, le demi-diametre horisontal, suivant la distance & l'heure du vaisseau............	39 59 11 — 15 53
	39 43 18

De l'autre part	39° 43 18″
Augmentation de ce *demi-diametre* (201) également *soustractive*, par la Table VI.	— 10
	39 43 8
4. *Correction*, réfraction (270) *soustractive*, par la Table III	— 1 20
5. *Correction*, parallaxe (270) *additive.* On trouve la parallaxe horisontale pour l'heure de ce jour dans la *Connoissance des Temps*, 57′ 43″, qui étant réduite en *parallaxe de hauteur*, par la Table V.	39 41 48 + 45 0
6. *Correction*, déviation (270) *additive*;	40 26 48
En la supposant de 20′, la Table IV donne.	+ 3
7. *Correction*, erreur du limbe (270) par supposition *additive*	40 26 51 + 1 9
Donc la hauteur vraie sera.	40 28 0

271. *C. Exemple* 3. On a observé par *derriere* la hauteur de l'Etoile, Cœur de Lyon, ou *Régulus*, dans le 8 Août 1775 à huit heures du soir: & l'on a trouvé par le Sextant, dans le rang des chiffres pour les Observations de devant. 120° 54′ 0″

1. *Correction*, (270) *erreur de l'alidade*, par supp. *soust.*	— 3 20
2. *Correction* (270) dépression, *additive*: Je la suppose par la Table I.	120 50 40 + 3 50
3. *Correction*, le demi-diametre de l'Astre est *nul.*	
4. *Correction*, la réfraction devroit être *soustractive* par le n°. 270; mais, suivant le n°. 202, elle doit être *additive* dans le cas présent. Ainsi on prendra celle de 59^{d}, supplément de cet angle, dans la Table III. *Voyez* le n°. 202, *qu'on vient de citer.*	+ 39
5. *Correction*, la parallaxe est *nulle.*	120 55 9
6. *Correction*, la déviation *additive*: par supposition de 20′, elle sera par la Table IV.	+ 12
7. *Correction*, erreur du limbe: *additive* par supposition.	120 55 21 + 35
Donc la hauteur observée sera.	120 55 56
Ou en nombres complets.	120 56 0
Et la hauteur vraie sera le supplément.	59° 4′ 0″

271. *D. Exemple* 4. On a obſervé par *derriere* la diſtance du bord le plus éloigné de la Lune à l'Etoile dans l'œil du Taureau, nommée *Aldebaran*, le 16 Mars 1775, à huit heures du ſoir, étant vers les 60° de longitude à l'Oueſt de Paris; & l'on a trouvé l'alidade à 69° 21′ 0″, dont l'angle ſupplémental obſervé eſt.	110° 39′ 0″
1. *Correction*, l'erreur de l'alidade (263) par ſuppoſition *additive*.	+ 2 15
2. *Correction*, la dépreſſion (264) *nulle*.	
3. *Correction*, les demi-diam. (265) *ſouſtractive*. L'Etoile n'a aucun diametre. Celui de la Lune étoit 30′ 18″ ſuivant la *Connoiſſance des Temps* : mais ſe trouvant 12 heures plus tard (car les 60° à l'Oueſt valent 4 heures de temps) ce diametre étoit 30′ 25″, dont la moitié.	110 41 15 — 15 12
Aug. de ce demi-diam. par la Tab. V, en ſupp. la haut. de 55°	— 12
4 & 5 *Correction*, la réfraction & la parallaxe doivent être appliquées ſuivant la méthode du n°. 309 *& ſuiv.*	110° 25′ 51″
6. *Correction*, la déviation (168) *ſouſtractive*, en la ſuppoſant de 30′ dans l'inſtrument; elle ſera par la Table IV.	— 22
7. *Correction*, l'erreur du limbe (269) par ſuppoſition *additive*.	110 25 29 + 31
Donc la diſtance ainſi corrigée ſera.	110° 26′ 0″

171. *E. Exemple* 5. On a obſervé par *derriere*, avec un Sextant, la hauteur du bord ſupérieur de la Lune dans la nuit du 11 Décembre 1775, à 16 *heures*, ce qui correſpond à 4 *heures* du matin ſuivant, le vaiſſeau ſe trouvant à 180 *degrés* à l'Oueſt de Paris; & l'on a trouvé par l'alidade, ſur le rang des chiffres qui ſervent pour les obſervations de *devant*, l'angle ſuivant	120° 56′ 0″
1. *Correction*, l'erreur de l'alidade (270) que je ſuppoſe *additive*	+ 1 54
2. *Correction*, la dépreſſion (270) *additive*, trouvée par le n°. 220.	+ 5 0
3. *Correction*, le demi-diametre (270) *additive*, étant le bord ſupérieur : par la *Connoiſſance des Temps*, le demi-diametre horiſontal eſt, ſuivant l'heure du vaiſſeau. . .	+ 14 51
L'augmentation de ce diametre doit être priſe pour le ſupplément de cette hauteur de la Lune dans la Table VI, ſavoir pour 59°, ſuivant le n°. 201.	+ 12
	121° 17′ 57″

De l'autre part		121° 17′ 57″
4. *Correction*, la réfraction (270) devroit être *soustractive* : mais, selon le n°. 202, elle sera *additive*, parce qu'on prendra celle de son supplément 59° : par la Table III. . .	+	39
		121 18 36
5. *Correction*, la parallaxe (270) devroit être *additive* : mais, selon le n°. 204, elle doit être *soustractive*, étant celle de son supplément 59°. Par la *Connoissance des Tems*, cette *parallaxe horisontale* est 54′ 34″ qu'on doit réduire en *parallaxe* de hauteur par la Table V.	−	29 0
		120 49 36
6. *Correction*, la déviation (270) *additive*, par la Table IV, en la supposant de 20′	+	12
Si la *Correction* 7 est *nulle* : la hauteur corrigée étoit. . . .		120 49 48
qui étant retranchée de.		180 0 0
montrera que la vraie hauteur étoit.		59 10 12

Réduire les Hauteurs en Distances au Zénith ; & quelles sont leurs Dénominations ?

272. Si l'Astre est entre le zénith & le Nord, on appelle cette distance *Distance du Nord* ou *Boréale* : au contraire lorsque l'Astre est entre le zénith & le Sud, on appelle cette distance *Distance du Sud* ou *Australe*. On peut donc reconnoître la Dénomination qui lui convient, en se tournant vers l'Astre. Si par son mouvement journalier, il se meut de la droite à la gauche, sa Distance au zénith est *Boreale* ou du *Nord* : au contraire s'il se meut de la gauche à la droite, alors sa Distance au zénith est *Australe* ou du *Sud*. Il faut observer, que pour les Etoiles de perpétuelle apparition, comme elles passent deux fois au Méridien, la regle qu'on vient de donner est tout le contraire, lorsqu'elles décrivent la partie inférieure de leur parallele.

273. Pour avoir la *Distance au zénith*, d'après l'observation de hauteur, il n'y a qu'à la retrancher (après qu'on l'a corrigée) de 90 *degrés* ; & le reste sera la vraie Distance au zénith. Voici les *Hauteurs* des exemples qu'on a donnés, reduites en *Distances* au zénith.

Exemples du n°. 237.

	Haut. corrigées.			*Dist. au Zénith.*		
A	39°	24′	0″	50°	36′	0″
B	47	44	0	42	16	0
C	29	58	0	60	2	0
E	84	3	0	5	57	0

Exemples du n°. 271.

	Haut. corrigées.			*Dist. au Zénith.*		
A	87°	49′	57″	2°	10′	3″
B	40	28	0	49	32	0
C	59	4	0	30	56	0
E	59	10	12	30	49	48

De la Déclinaiſon des Aſtres, & ſa Dénomination.

274. La Déclinaiſon d'un Aſtre quelconque eſt la diſtance qu'il y a entre cet Aſtre & l'Equateur dans un tems donné : on la compte dans l'arc du Méridien qui paſſe par le même Aſtre. Elle devient plus ou moins variable, à proportion du mouvement qui eſt propre à l'Aſtre dans le ſens de l'Ecliptique, & à raiſon des autres cauſes, dont la combinaiſon fait changer cette diſtance à l'Equateur.

275. On appelle *Déclinaiſon* du *Nord*, ou *Boreale*, celle d'un Aſtre qui ſe trouve entre le Pole du Nord & l'Equinoxiale : & *Déclinaiſon du Sud* ou *Auſtrale*, celle d'un Aſtre qui ſe trouve entre l'Equinoxiale & le Pole du Sud.

De la Déclinaiſon des Etoiles.

276. La Déclinaiſon des Etoiles eſt la plus conſtante, ou pour mieux dire, la moins variable de celle des autres Aſtres, à cauſe de la lenteur de leurs mouvements de *preceſſion* ſuivant l'Ecliptique, qui ne va pas à une minute par année. La Table VII contient la Déclinaiſon des Etoiles de premiere & ſeconde grandeur, calculée pour l'année 1767, avec la variation annuelle de chacune, par le moyen de laquelle on aura aiſément la vraie Déclinaiſon de chacune de ces Etoiles pour tous les ans. Cette Table eſt tirée de celles qu'on publia à Londres, en 1766, par ordre des Commiſſaires de la Longitude.

De la Déclinaiſon du Soleil.

277. La Déclinaiſon du Soleil, qui parcourt environ un degré par jour dans l'Ecliptique, eſt beaucoup plus variable que celle des Etoiles ; elle n'eſt pas la même au bout de l'année, ni même au bout de la biſſextile : c'eſt par cette raiſon qu'on publie la Déclinaiſon du Soleil pour chaque jour de l'année dans la *Connoiſſance des Tems*, & autres *Ephémérides Aſtronomiques.* Les Marins ne devroient jamais manquer de s'en pourvoir. Il eſt fâcheux que ces Ouvrages ne ſoient pas imprimés trois ou quatre années avant le tems des Phaſes & Phénomenes qu'ils annoncent. Chaque Marin pourroit alors s'en précautioner aiſément avant d'entreprendre des voyages longs ; & ne ſe trouveroit pas dans les embarras qu'il éprouve quelquefois par le manque de ces Ephémérides.

278. On peut voir dans l'excellent Traité de Navigation de M. Bézout, la Méthode la plus conciſe & la plus aiſée pour calculer, à l'aide d'un petit nombre de Tables, la Longitude, l'Aſcenſion droite, & la Déclinaiſon du Soleil pour un tems & un lieu propoſés quelconques. Je voudrois bien inſérer cet article important dans ce Traité ; mais je crains de le rendre trop long : & d'ailleurs je penſe qu'il n'y aura aucun Marin prudent, qui s'haſarde à manquer des ſecours dont il peut jouir ſur Mer par l'uſage du Traité de ce ſavant Académicien.

279. On a fait néanmoins une suite de Tables qui donnent la Déclinaison du Soleil pour l'année bissextile & pour les 3 années suivantes. Mais lorsqu'il y a plusieurs périodes de passées depuis celle pour laquelle ces Tables sont calculées, il y a une différence sensible dans les vraies Déclinaisons : car la Longitude moyenne du Soleil a une augmentation d'environ une *minute* & 50 *secondes* dans l'espace de quatre ans, ce qui change les Déclinaisons.

280. Dans le nombre de Tables qui sont entre les mains du Public, les Tables VIII, IX, X & XI sont celles qui me paroissent donner les Déclinaisons les plus approchantes de la période présente. Je les ai tirées de l'excellent *Traité de la Navigation* de M. Robertson, Bibliothécaire actuel de la Société Royale de Londres; intitulé : *The Eléments of Navigation*, imprimé *in*-8°. à Londres en 1772. On peut le considérer comme un des Ouvrages les plus complets qui existent pour les Marins. Il comprend tout ce qu'il y a de plus essentiel dans la Théorie & dans la Pratique de la Navigation avec un détail & une netteté d'idées, qui le mettent à la portée même des Navigateurs les plus nouveaux dans leur profession. Ce seroit un grand service pour le Public, que de le traduire dans une langue plus commune que l'Angloise ne l'est pour la plupart des Européens.

De la Déclinaison de la Lune.

281. Pour ce qui regarde les Déclinaisons de la Lune, elles sont si variables, & dependent d'un si grand nombre d'éléments, qu'il n'est pas possible d'en tirer parti sans beaucoup d'analogies & de calculs, qui rebuteroient le simple Navigateur. Ainsi il faudra avoir toujours recours aux Ephémérides pour chaque année, lorsqu'on voudra employer les observations de cet Astre.

REGLES

Pour conclure la Latitude d'un Astre par sa distance au Zénith.

282. Il faut se ressouvenir qu'on appelle les *distances* (272) & les *déclinaisons* (275) de la *même Dénomination*, lorsqu'elles sont toutes les deux du côté du *Nord*, ou de côté du *Sud* : & qu'on les appelle de *différente Dénomination*, lorsque l'une est du *côté du Nord*, & l'autre du *côté du Sud*.

REGLE I.

283. Si la *Distance* de l'Astre au zénith & sa *Déclinaison*, sont de la *même* Dénomination ; leur *différence* sera la *Latitude* de l'endroit de l'observation, pourvu que l'Astre ne soit pas au-dessous du Pole.

Exception.

284. Mais si l'Astre est *au-dessous du Pole*, en ajoutant la *Déclinaison* & la *Distance* au zénith, le supplément de leur *somme* sera la *Latitude* de l'endroit de l'observation.

REGLE II.

285. Si la *Distance* de l'Astre au zénith & sa *Déclinaison* sont de *différente* Dénomination; leur *somme* sera la *Latitude* de l'endroit de l'observation.

286. Lorsque la variation de la Déclinaison du *Soleil* ou de la *Lune* d'un jour à l'autre, est un peu considérable, on doit bien prendre garde à la différence entre le *tems* de l'observation & celui de l'endroit pour lequel les Ephémérides ont été calculées; car les *Tables*, par exemple de la *Connoissance des Tems*, sont calculées pour le Méridien de Paris, au Midi de chaque jour. Ainsi il faut compter à raison de 15° par heure, suivant la Longitude de l'endroit de l'observation: & cette différence doit être en *plus* lorsque la longitude est vers l'Ouest de Paris, & en *moins* lorsqu'on est à l'Est de cette Ville. Ainsi si la déclinaison va en augmentant, & qu'on se trouve vers l'Ouest de Paris, la différence de Déclinaison sera *additive*: mais si l'on se trouve à l'Est de Paris, cette différence sera soustractive. Au contraire lorsque la Déclinaison diminue d'un jour à l'autre, la différence en Déclinaison sera *additive*, si la Longitude est à l'Est de Paris; & *soustractive*, si la Longitude est à l'Ouest. On verra les exemples de ces différences dans l'article suivant.

Application de ces Regles aux Exemples précédens.

287. La Déclinaison du Soleil dans l'exemple *A* du nº. 237 étoit Boréale: par la *Connoissance des Temps* elle étoit.......	16° 26′ 44″
pour le Méridien de Paris. Mais, comme on étoit 45 *degrés* à l'Ouest de Paris, ce qui fait trois heures de temps; il faut en retrancher la partie 8me de sa différence 16′ 56″ à celle du jour suivant, car elle va en décroissant. Au contraire on devroit l'*ajouter*, si la Décinaison alloit en augmentant. Ainsi, dans le cas présent on *ôtera*.........	— 2 7
Et la vraie déclinaison sera..........................	16 24 37
Or la distance au Zénith étoit par le nº. 273........ ...	50 36 0
Donc si cette distance étoit de la même dénomination du Nord; on aura par la *Regle* I (283) la Latitude égale à leur différence.......................................	34° 11′ 23″

288. Mais si la distance étoit de différente dénomination, alors leur *somme* sera par la *Regle II* (285) la vraie Latitude de l'endroit de l'Observation, savoir.................................... 67° 0′ 37′

289. En faisant une application pareille des mêmes regles aux exemples ci-dessus, on trouvera les Latitudes suivantes, en supposant pour chaque Observation, que la *Distance au Zénith* soit premiérement du *Nord* : & en second lieu qu'elle soit du *Sud*.

Exemples du n°. 237.

A	Declinaison N,	16° 24′ 37″
	Distance N,	50 36 0
	Latitude N,	34° 11′ 23″
	Déclinaison N,	16° 24′ 37″
	Distance S,	50 36 0
	Latitude S,	67° 0′ 37″
B	Déclinaison S,	17° 3′ 19″
	Distance N,	42 16 0
	Latitude N,	59° 19′ 19″
	Déclinaison S,	17° 3′ 19″
	Distance S,	42 16 0
	Latitude S,	25° 12′ 41″
C	Déclin. N, en 1767,	63° 0′ 0″
	Var. en huit années,	— 2 32
	Décl. en 1775 N,	62 57 28
	Dist. (sous le pole) N,	60 2 0
	Leur (n°. 284) som.	122 59 28
	Et son supp. pour	180 0 0″
	Est la latitude N,	57° 0′ 32″
E	Déclinaison N,	18° 8′ 15″
	Distance N,	5 57 0
	Latitude N,	12° 11′ 15″
	Déclinaison N,	18° 8′ 15″
	Distance S,	5 57 0
	Latitude S,	24° 5′ 15″

Exemples du n°. 271.

A	Déclinaison N,	22° 52′ 46″
	Distance N,	2 10 3
	Latitude N,	20° 42′ 43″
	Déclinaison N,	22° 52′ 46″
	Distance S,	2 10 3
	Latitude S,	25° 2′ 49″
B	Déclinaison S,	17° 31′ 0″
	Distance N,	49 32 0
	Latitude N,	67° 3′ 0″
	Déclinaison S,	17° 31′ 0″
	Distance S,	49 32 0
	Latitude S,	32° 1′ 0″
C	Déclinaison N,	13° 5′ 0″
	Var. en huit années,	— 2 16
	Décl. en 1775 N,	13 2 44
	Dist. au Zénith N,	30 56 0
	Latitude N,	17° 53′ 16″
	Déclinaison N,	13° 2′ 44″
	Distance S,	30 56 0
	Latitude S,	43° 58′ 44″
E	Déclinaison N,	14° 17′ 20″
	Distance N,	30 49 48
	Latitude N,	16° 32′ 28″
	Déclinaison N,	14° 17′ 20″
	Distance S,	30 49 48
	Latitude S,	45° 7′ 8″

Des instrumens & préparations nécessaires pour les Observations des distances des Astres, afin d'en déduire les Longitudes sur Mer.

290. Il y a différentes méthodes pour trouver la Longitude sur mer : on peut les voir expliquées dans plusieurs livres, spécialement dans le *Traité de Navigation* de M. Bézout, n°. 264 & *suivants* ; & dans les premiers articles de la *Sect. X du Livre 9* des *Eléments de Navigation* par M. Robertson, en *Anglois*. Mais il n'est pas difficile de juger qu'entre toutes ces méthodes, celle des distances de la *Lune* au *Soleil* & aux Etoiles est la seule qui puisse fournir aux Marins des résultats moins douteux, & presque suffisants dans un grand nombre de cas. L'appareil nécessaire pour faire ces observations se reduit à fort peu de chose, lorsqu'on considere la grande importance de l'objet.

291. Premiérement il faut se pourvoir d'un bon Sextant, ou d'un Octant avec l'appareil pour observer par derriere : on en a expliqué les motifs en différents endroits de ce Traité, & particuliérement dans le n°. 220. On devroit avoir aussi le *soutien* décrit dans le n°. 178.

292. Il y a des occasions où l'Observateur est obligé de se tourmenter par des postures gênantes pour bien tenir l'instrument, comme il paroît à quiconque considere les différentes positions des Astres, dont il faut mesurer les distances. Un second *Sextant* ou *Octant*, fait en sens contraire de l'autre, c'est-à-dire, avec la lunette à la gauche & les miroirs horisontaux à la droite, peut remédier en grande partie à ces désavantages ; car il n'est pas possible de compter avec bien de la certitude sur des observations dont la pratique est gênante. Ainsi je ne puis que recommander cette emplette de plus aux Marins, qui peuvent supporter la dépense d'avoir ces deux instruments à la fois.

293. Le second objet dont il faut se pourvoir consiste dans une bonne montre, qui puisse mesurer le tems, du moins à une min. près dans l'espace de 6 heures. On n'exige point qu'elle soit parfaitement réglée sur le tems moyen. La circonstance requise est que sa marche soit assez réguliere, pour qu'on puisse en connoître les écarts à une minute près dans cet intervale. Elle deviendra bien plus avantageuse, si elle marque les secondes. Les observations du lever & du coucher des Astres, ou celles de leurs hauteurs sur l'horison, de leurs culminations, ou enfin de leurs hauteurs égales, serviront à rectifier la marche de cette montre, pour reconnoître l'heure & la minute des observations dont il s'agit : on en peut voir la méthode dans le n°. 249 & *suivants du* Traité *déja cité de M. Bezout*, & en d'autres ouvrages. *Voyez* celle du n°. 322 *ci-dessous*.

294. Enfin, le troisieme & dernier objet nécessaire est de se pour-

voir des Ephémérides qui donnent les distances de la Lune au soleil & aux Etoiles principales, par des intervalles courts de 3 heures (& encore moindres s'il étoit possible d'en avoir) pour chaque jour de l'année, calculées pour quelque Méridien connu. La *Connoissance des Tems* en François, & le *Nautical Almanak* en Anglois, sont les seuls Ephémérides qu'on connoisse pour le présent dans l'Europe, qui fournissent de ces calculs déja faits. Il est bien fâcheux qu'il n'y ait pas un plus grand nombre d'ouvrages de cette espece : & comme j'ai déja dit, les Marins regrettent encore qu'ils ne soient point publiés assez de tems d'avance, c'est-à-dire 3 ou 4 ans avant les phénomenes qui y sont annoncés ; ce qui leur donneroit la facilité de s'en pourvoir avant d'entreprendre de longs voyages.

295. Une suite des Tables des Logarithmes & Sinus logarithmiques est indispensable. Ceux qui ne voudront pas se charger des grandes Tables de Gardiner, *in*-4° de l'édit. d'Avignon 1770, qui ne paroissent point inférieures à l'édition de Londres, doivent avoir pour le moins les petites Tables de l'édition de M. de la Caille, que M. l'Abbé Marie a fait réimprimer depuis peu. Mais on n'en devroit employer dans ces Calculs à moins de sept à huit chiffres. Il y a aussi de ces petites Tables dans les deux Traités ci-dessus de M. Bézout & de M. Robertson, outre une infinité de connoissances & d'articles très-importants qu'il ne faut pas perdre de vue. On peut dire que ce dernier Ouvrage est le plus complet qu'on ait vu pour tout ce qui regarde la pratique de la Navigation, même en y comprenant les premiers rudiments. Mais l'Ouvrage de M. Bezout a le mérite d'être composé dans une langue presque généralement connue dans l'Europe ; on y trouve de la clarté, de la précision, de l'ordre & des idées si lumineuses, qu'on n'a presque pas besoin pour l'entendre, des premiers principes & connoissances qu'on y suppose.

296. On a imprimé depuis peu en Angleterre les grandes *Tables pour la correction des effets de la réfraction & de la parallaxe*, par ordre des Commissaires de la Longitude. C'est un vol. *in-folio* de 1200 *pages* ; il épargne beaucoup de calculs qu'il n'est pas toujours aisé de faire sur Mer. M. de la Lande en a donné l'idée dans la *Connoissance des Tems* pour cette année 1775. On trouve aussi la méthode du calcul pour les Longitudes dans le *Traité de la Navigation* de M. Bouguer, *édition* de M. de la Caille ; dans le 5 vol. des *Ephémérides* ; dans les *Tables & Instructions* pour la détermination des *Longitudes en Mer*, imprimées par ordre de l'Académie Royale de Marine, à *Brest* en 1733 ; dans le Livre de M. de Charnieres ; dans l'*Astronomie* de M. de la Lande, & dans son *Exposition du Calcul Astronomique* ; ouvrages cités dans la même *Connoissance des Temps*, ci-dessus.

297. L'ouvrage de M. Robertson, dont je viens de parler, donne

la méthode détaillée d'une maniere très-intelligible, pour calculer la Longitude par ces observations. Il y ajoute des exemples avec la pratique du calcul; & il met à la portée de tout le monde les différentes opérations qu'on y doit employer. Mais on y suppose les Tables des distances de la Lune au Soleil & aux Etoiles calculées de trois en trois heures pour chaque jour de l'année: au lieu que la méthode de M. Bezout (n°. 268 *du Traité ci-dessus*) devient bien plus universelle: car il ne suppose que les Tables des *Ephémérides ordinaires*, qui donnent le *Lieu* de la Lune pour chaque 12 heures. J'ajouterai ci-après une Méthode fort courte & très-élégante de M. le Chevalier de Borda, Membre très-distingué de l'Académie Royale des Sciences, pour le calcul de ces observations. M. de la Lande en avoit déja inséré une idée dans la *Connoissance des Tems* pour cette année 1775: celle que j'ajouterai ici sera un peu plus détaillée.

298. Avant de finir cet article, je dois faire mention d'un instrument ingénieux, qui a été inventé par M. l'Abbé de la Caille, pour faire la correction de la Parallaxe & de la Réfraction, par la regle & le compas, à peu-près comme dans les Quartiers de réduction, dont les Marins moins instruits font un constant usage. M. Ferguson, Maître de l'Académie Nautique dans *l'Hermitage*, quartier du *Wapping* à Londres, a entrepris de perfectionner cet instrument: j'en ai vu des essais qui m'ont paru fort satisfaisants. En communiquant cette méthode facile, je suis très éloigné de favoriser la paresse des Marins, & de les empêcher de s'instruire des moyens les plus sûrs pour réussir dans leur profession; mais je crois cependant devoir venir au secours de ceux qui, n'ayant pas eu dans leur jeunesse les moyens d'acquérir des connoissances profondes dans leur Art, se trouvent obligés de le pratiquer pour vivre & soutenir leurs familles. Ainsi je recommande cette méthode à ceux qui ne peuvent pas en avoir d'autres plus sures; & je souhaite qu'elle soit encouragée par ceux qui sont en état de le faire.

Pratique des Observations pour la Longitude *sur Mer.*

299. Les observations requises pour déterminer la *Longitude sur mer*, ne different point de celles qu'on a décrites dans les exemples marqués par *D*, dans les n°s 237 & 271 ci-dessus. Le meilleur tems pour observer les distances entre la Lune & le Soleil, est depuis *une demi-heure* après son lever jusqu'à dix-heures du matin: & depuis *deux heures* après midi jusqu'à environ une *demi-heure* avant que le Soleil se couche. Il y aura 4 jours avant le premier quartier de la Lune, & autant après le dernier, dans lesquels on aura occasion d'employer ces observations: ce qui fait environ un quart de la durée de chaque lunaison. Mais on peut observer celles de la Lune aux Etoiles beaucoup plus long-temps.

300.

300. Mais le temps le plus propre pour prendre les diſtances entre la Lune & une Etoile, eſt celui des crépuſcules, avant que le Soleil ſe leve, & après qu'il eſt couché ; de même lorſque la Lune n'a pas plus de 20 *degrés* de hauteur : en général toutes les fois que l'horiſon eſt aſſez viſible & diſtinct ; car on peut obſerver alors les hauteurs reſpectives de la Lune & de l'Etoile obſervée. On doit en choiſir, s'il eſt poſſible, quelqu'une qui ſoit dans le même parallele, ou du moins fort près de celui que la Lune décrit alors dans ſa courſe. Cette courſe eſt dans le ſens de la ligne droite perpendiculaire à celle qui paſſeroit par les deux cornes ou pointes de la Lune dans les quadratures ; ou dans le ſens de celle qui traverſeroit ſon plus petit diametre, entre les quadratures & la pleine Lune. La diſtance de l'Etoile au méridien doit être pour le moins de deux heures. Mais plus elle ſera près du premier vertical, plus l'obſervation ſera avantageuſe, pourvu que ſa hauteur ſur l'horiſon ne ſoit pas moins de 4 ou 5 degrés.

301. Lorſqu'on fait ces obſervations, ſoit en prenant les deux Aſtres par *devant*, ce qui eſt le plus aiſé à faire lorſque les circonſtances le permetent, ſoit en les obſervant par *derriere*, on doit ſe ſouvenir des directions reſpectives qu'on a données en parlant de chacune de ces obſervations. On aura ſoin de mettre l'alidade à l'angle à-peu-près qu'on veut obſerver : car on le connoît d'avance à peu de choſe près par les Ephémérides ; & on fera le reſte comme il eſt dit dans les n°. 232, *166 & ſuivants.*

Mais ſi l'angle eſt trop grand pour l'obſerver par *devant*, on l'obſervera par *derriere* en faiſant l'ajuſtement des miroirs, comme on l'a dit dans le n°. 240 & *ſuiv.* S'il y a de la difficulté pour trouver l'image réfléchie derriere l'Obſervateur dans le miroir horiſontal (vis-à-vis l'objet de viſion directe) on viſera à l'objet de viſion directe, qu'on regardera dans le champ de ce miroir, & on tournera l'inſtrument ſur l'axe qui va de l'œil à cet objet, juſqu'à ce que le plan de l'inſtrument paſſe par les deux objets, & que l'image réfléchie entre dans le champ du miroir *A*. Cependant il y a d'autres Obſervateurs qui cherchent en premier lieu l'image réfléchie, & dans la ſuite tournent doucement l'inſtrument juſqu'à l'amener à l'objet de *viſion directe.* Leur raiſon ſemble plauſible : car il ne paroît pas bien difficile de tourner l'inſtrument à l'objet qu'on voit devant ſoi, après qu'on a remis dans le miroir l'image de l'objet le plus difficile, qui eſt celui de derriere. La pratique dans cette affaire comme dans toute autre, l'emportera toujours ſur les meilleurs avis qu'on peut donner.

302. En obſervant la diſtance entre le Soleil & la Lune, on prendra

cette derniere par vision directe. Si c'est entre une Etoile & la Lune; c'est alors l'Etoile qu'on doit prendre par vision directe. En tout cas on comparera toujours le limbe de la Lune qui est illuminé & bien diffini, avec l'autre objet. Dans la quadrature, entre la nouvelle Lune & la pleine Lune, c'est le limbe du côté du couchant qui est éclairé : & entre la pleine Lune & la nouvelle, le côté éclairé se trouve du côté de l'Orient. Si le plan de l'instrument, où sont les miroirs & l'alidade, est tourné en haut, l'objet réfléchi est à la droite de l'Observateur, au contraire si l'on met l'instrument avec cette face tournée en bas, on verra l'objet par réflection à la gauche. Ainsi dans l'Hémisphère du Nord on observe par *devant* avec la face de l'instrument tourné en haut toutes les fois que l'objet de vision directe se trouve vers l'Orient, ou à la gauche de l'Observateur : au contraire on tient l'instrument avec la face tournée en bas lorsque l'objet de vision directe est à la droite. C'est tout le contraire lorsqu'on observe par *derriere*, ou qu'on est dans l'Hémisphère méridional. Mais si l'on a le second instrument dont j'ai parlé dans le n°. 292, on s'épargnera la peine de mettre l'instrument sens-dessous-dessus.

303. Il est fort important, je le répette, que l'Observateur tâche d'acquerir une grande habitude dans l'usage de cet instrument, & se le rendre très-familier pour le manier adroitement dans tous les sens, & faire ses observations avec toute expédition & certitude possible.

304. Lorsqu'on prend la distance entre la Lune & une Etoile, on choisit, s'il est possible, quelqu'une des Zodiacales, ou une autre qui en soit peu éloignée, comme je l'ai dit ci-dessus ; mais il faut que ni le Soleil, ni l'Etoile ne soient pas trop près de la Lune. Car si elle n'en est pas plus éloignée que de 7 à 8 degrés, des erreurs assez petites dans l'observation, produiront des écarts fort considerables dans les résultats. Plus les deux Astres seront éloignés du méridien, plus l'observation sera avantageuse ; pourvu qu'aucun d'eux ne soit pas plus près de l'horison que 5 ou tout au plus 4 degrés ; car plus les hauteurs seront petites, plus la variabilité des réfractions rendra douteuses les observations.

305. On commence par prendre la hauteur du Soleil sur l'horison, lorsqu'on peut faire cette observation de la distance à la Lune. Autrement on observera la hauteur de quelque Etoile brillante dont la *déclinaison* soit connue. On reconnoîtra par cette observation la marche de la montre, ou le rapport du temps qu'elle marque, avec celui du tems vrai.

306. On observera dans la suite la distance entre les deux Astres, c'est

à-dire entre le bord du Soleil, ou entre l'Etoile, & le bord éclairé de la Lune, le plus exactement qu'il sera possible. Deux autres Observateurs mesureront dans le même tems, & s'il est possible dans le même instant, la hauteur de chacun des deux objets sur l'horison (*Voyez le* n°. 220 *ci-dessus*): en remarquant la *minute* & la *seconde* de la montre immédiatement, même avant de lire la mesure marquée dans le limbe de l'instrument.

307. Mais si l'on ne peut pas faire observer ces hauteurs au même moment par d'autres Observateurs, tandis qu'on mesure la distance des deux astres; on commencera par observer la hauteur de l'étoile (305). A cette observation on fera succéder le plus immédiatement qu'il sera possible, celle de la distance de la Lune à l'Etoile; & à celle-ci, celle de la hauteur du point éclairé qu'on a observé dans la Lune; marquant, sans le moindre delai, la *minute* & la *seconde* après chacune de ces observations.

308. Il sera fort à propos de répéter, du moins trois fois, ces observations, en observant 3 *distances* des deux astres, & 6 *hauteurs*; pour que dans la suite on ait l'avantage de prendre la moyenne de ces observations. Mais il faut que l'Observateur n'employe pas plus de 20 *minutes* à les faire. Ayant marqué soigneusement à la montre l'*heure*, la *minute*, & la *seconde*, de chaque observation, on pourra dans la suite la reduire au tems correspondant, que la montre devroit donner: car on suppose, comme on l'a dit ci dessus, qu'on connoît le rapport de sa marche, avec celui de ses écarts relativement au tems moyen. Ces mesures étant prises, on procédera à calculer.

On prend plus commodément les distances de la Lune au Soleil, lorsque ces deux Astres se trouvent sur l'horison, que celles de la Lune à une Etoile. On fait précéder, de même que pour l'étoile, la hauteur du Soleil à celle des distances, comme il est déjà dit dans le n°. 307: & on fait le reste comme ci-dessus.

Après avoir fini ces observations, il faut réduire aux vraies distances les distances apparentes qu'on a observées, afin de reconnoître l'heure & la minute qu'il étoit au méridien pour lequel les Ephémérides avoient été calculées, dans le moment qu'on a fait l'observation, moment qu'on connoît à bord du vaisseau par la marche de la montre; & alors par la différence entre ces deux temps, on vient à connoître la vraie Longitude à laquelle se trouve actuellement le vaisseau. On trouve la théorie & la pratique de cette Méthode dans le *Traité* de *Navigation* de M. Bezout, n°. 274 & *suiv.*

» Au reste (dit M. Bézout) nonobstant toutes ces attentions, ce

n'eſt pas d'une ſeule obſervation de diſtance, que l'on doit attendre une concluſion ſuffiſante ſur la différence des méridiens. Il faut multiplier ces obſervations autant qu'on le pourra, & prendre un milieu entre les réſultats de chacune ».

Exemple du Calcul d'une longitude à la Mer, déterminée par les diſtances de la Lune au Soleil.

309. Il y a différentes manieres de faire ces obſervations : celle qui employe trois Obſervateurs, étant la plus ſimple & la plus commode pour le calcul, nous la ſuppoſerons dans cet exemple. On pourroit employer dans ce calcul les petites Tables des Logarithmes de M. l'Abbé de la Caille, *in*-8°. dont M. l'Abbé Marie a fait une nouvelle édition en 1768, comme celles qui ſont à la portée de tous les Navigateurs, à cauſe de la petiteſſe de leur volume, & de la modicité de leur prix de 6 livres : cependant les grandes Tables de Gardiner, de la nouvelle édition du P. Pezenas en 1770, qui ſont à ſept chiffres, donnent des réſultats plus exacts : ce ſera donc ces dernieres qu'on va employer dans ce calcul.

310. La méthode que je vais employer ſera diviſée en ſix articles dont les trois premiers ſont les opérations communes à pluſieurs obſervations de ce genre. Les trois autres contiennent la méthode de M. le Chevalier de Borda que j'ai promiſe en différents endroits de ce Traité. Voici les 6 articles dont je viens de parler.

I. Diſpoſition des obſervations pour en conclure les *moyennes* de la *diſtance*, & des *hauteurs* obſervées des deux Aſtres.

II. Conclure la *diſtance apparente* du centre des aſtres obſervés.

III. Conclure les *hauteurs apparentes*, & les *hauteurs vraies* du centre des deux aſtres.

IV. Conclure la *diſtance vraie* du centre des deux Aſtres obſervés.

V. Conclure *l'heure*, qu'il étoit *à Paris* dans le moment de l'obſervation.

VI. Enfin conclure *l'heure du vaiſſeau* par la hauteur d'un des deux Aſtres qu'on a obſervé, dont la différence avec l'heure à Paris, reduite en degrés, ſera la *Longitude* cherchée.

I. *Conclure la diſtance & les hauteurs moyennes obſervées.*

311. Le 19 Mai 1774, à 2 *heures* $\frac{1}{4}$ après midi, étant par une Latitude de 29° 37′ du Nord, & par une Longitude eſtimée de 52°, à

l'Oueſt de Paris ; trois Obſervateurs ont fait les cinq obſervations correſpondantes qui ſuivent, dans leſquelles on a ſuppoſé des *ſecondes*, comme dans le n°. 216. On a fait ces obſervations par *devant*.

Diſt. Obſ. ☉☾.	101° 13′ 0″	haut. du bord inſér. ☉.	56° 54′ 0″	haut. du bord ſupér. ☾.	17° 8′ 30″
	101 14 15		56 27 20		17 36 30
	101 15 40″		56 2 20		18 1 30
	101 16 15		55 34 0		18 31 0
	101 17 30		55 7 20		18 57 30
Somme.	506 16 40	Somm.	280 5 0	Somm.	90 15 0

Chaque ſomme diviſée par 5, donne les obſervations moyennes ſuivantes.

Diſtance moyenne......☉☾......101° 15′ 20″
Hauteur moyenne...... ☉ 56 1 0
Hauteur moyenne...... ☾ 18 3 0

312. On ſuppoſe que ces obſervations ſont corrigées des *erreurs* des inſtruments, de celles de la *déviation*, & de la quantité de la *depreſſion* de l'horiſon comme on l'a vu dans les exemples des n°s 237 & 271 *ci-deſſus*. On avertit neanmoins, qu'il eſt indifférent, que les intervalles entre ces obſervations ſoient égaux ou inégaux, pourvu qu'ils ne ſoient pas trop conſiderables ; parce que les variations de la diſtance & celles des hauteurs peuvent toujours être regardées comme proportionelles aux tems.

II. *Conclure la* Diſtance apparente *du centre des Aſtres obſervés.*

313. Ayant déja pris les diſtances & hauteurs moyennes, on prendra dans la *Connoiſſance des Tems*, la *parallaxe horiſ.* de la Lune, ſon demi-diametre, & celui du Soleil pour le tems de l'obſervation. Par la ſuppoſition il étoit 2 heures 15′ environ lorſqu'on a obſervé. Or le vaiſſeau étoit par eſtime à 52° à l'Oueſt de Paris, donc il étoit à peu près 5 heures 45′ à Paris lors de l'obſervation. On cherchera donc la parallaxe & le demi-diametre de la Lune & du Soleil, pour le 19 Mai 1774, à 5 heures 45′ & l'on trouvera.

Parallaxe horiſontale........☾......56 40
Demi-diametre horiſontal...☾......15 28
Demi-diametre............☉......15 50

314. Pour trouver la diſtance apparente du centre des deux Aſtres, on ajoutera à la diſtance obſervée, leurs demi-diametres (car on ſuppoſe

en avoit obſervé l'attouchement des bords les plus voiſins, n°. 234), ainſi que la correction du demi-diametre de la Lune qui paroît plus grand à meſure, que cet aſtre s'éleve ſur l'horiſon (201).

Diſtance obſervée........☉☾......	101°	15′	20″
Demi-diametre............☉......		15	50
Demi-diametre............☾		15	28
Augment. de ce demi diametre, (Table VI)......			5
☞ (a) Donc la diſtance appar. de..☉☾......	101°	46′	43″

III. *Conclure les* Hauteurs apparentes *&* *les* Hauteurs vraies *des deux Aſtres.*

315. Pour trouver la *hauteur apparente* du centre de la Lune, on retranchera de la *hauteur obſervée* du bord ſupérieur de la Lune le demi-diametre de cet Aſtre : & pour avoir ſa *hauteur vraie*, on retranchera d'abord de la hauteur apparente la réfraction qui convient à cette hauteur; enſuite on ajoutera la *parallaxe de hauteur*, qu'on a, comme l'on ſait, en multipliant le ſinus de la *parallaxe horiſontale* par le coſinus de la hauteur de l'aſtre : la ſomme de ces deux *Logarithmes* ſera le ſinus de la *parallaxe* de *hauteur*.

La hauteur obſervée du bord ſupérieur de la ☾...	18°	3′	0″
Demi-Diametre de la...............☾....—		15	28
Augmentation de ce demi-diametre.........—			5
☞ (b) Donc la *hauteur apparente* du centre. ☾.....	17	47	27

316. Pour avoir la réfraction on devroit employer la méthode du n°. 223, dont on peut voir la pratique dans la *note jj*. Mais j'employerai ici celle de la Table III, ſuivant le detail qu'on verra dans le n°. 4 de la même *Note jj*.

Or la hauteur apparente du centre de...........☾.....	17°	47′	27″
La réfraction par la Table III................—		2	39
9.9788255.log.coſin. de cette haut. app..............	17	44	48
8.2170341.log.ſin.de la paral.horiſ. ci-deſſus...56′ 40″			
8.1958596.cette ſomme donne le ſin. de la *paral. de haut*..+		53	58
☞ (c) Donc la vraie hauteur du centre de la.....☾....	18°	38′	46″

317. De même la haut. du bord inf. observé du ☉	56°	1′	0″
Demi-diametre du .... ☉	+	15	50
☞ (*d*) Donc la hauteur apparente du centre du ☉	56	16	50
La réfraction comme ci-dessus		−	39
9.7445152. log. cosin. de cette *hauteur apparente*	56°	16′	11″
5.6398174. log. sin. de la *paral. horis.* 9″ de ☉			
5.3843326. cette som. donne le sin. de la *paral. de h.* du ☉		+	5
☞ (*e*) Donc la *vraie hauteur* du centre du .... ☉	56	16	16

IV. *Conclure la* vraie distance *du centre des deux Astres.*

318. *Regle.* On écrira les articles suivants qu'on vient de trouver, les uns au-dessous des autres, savoir :

La *distance apparente* entre .... ☉☾ .... a

La *hauteur apparente* de la .... ☾ .... b

La *hauteur apparente* du .... ☉ .... d

Leur *somme* .... $a+b+d$ .... $=f$

Leur demi-somme .... $\frac{a+b+d}{2}$ .... $=g$

La différ. de la *dist. app.* (a) à la demi-somme. (g) ... $a-g$ ..... $=h$

La *hauteur vraie* de .... ☾ c

La *hauteur vraie* de .... ☉ .... e

Leur *somme* .... $c+e$ .... $=k$

Leur demi-somme .... $\frac{c+e}{2}$ .... $=l$

On ajoutera alors ces 6 quantités, savoir ....
- les 2 complém. arithm.
  - du logar. cosinus de ..... b
  - du logar. cosinus de ..... d
- les *quatre* log. cosinus ....
  - de ..... g
  - de ..... h
  - de c
  - de ..... e

319. On prendra la moitié (n) de la somme v de ces *six* logarithmes ($b\ d\ g\ h\ c\ e$), dont on retranchera le *logar. cosinus* (p) de la demi-somme (l) des hauteurs vraies (c & e) : & on cherchera dans les Tables l'angle (r) dont ce *reste* est le *sinus*. Enfin on prendra le cosinus (z) de l'angle (r), qu'on ajoutera au cosinus (p) de la demi-somme (l) des

hauteurs vraies : & on aura le *logar. ſinus* de la moitié (x) de la *vraie diſtance*, que l'on cherche. En voici le calcul.

Diſt. app. . ☉☾. (a). . . 101° 46′ 43″
haut. app. . ☾. . (b). . . . 17 47 27. . comp. arith. du coſ. de (b) 0.0212817
haut. app. . . ☉. . (d). . . . 56 16 50. . compl. arith. du coſ. de (d) 0.2556079
Somme (f). . . 175 51 0
demi-ſomme $\left(\frac{f}{2}=g\right)$. 87 55 30. . . . . coſin. de (g) 8.5588005
Différence. ($a-g=h$). . 13 51 13. . . . . coſin. de (h). . 9.9871793

haut. vraie de ☾. . . (c). . . . . 18 38 46. . . . . coſin. de (c) 9.9765844
haut. vraie de ☉. . . (e). . . . . 56 16 16. . . . . coſin. de (e) 9.7444994
Somme. . . . . . ($c+e$). . . . 74 55 2 Som. de ces 6 log. (u) 38.5439535
Demi-ſomme $\left(\frac{u}{2}=n\right)$ 19.2719767

Dem. ſom. $\left(\frac{e+c}{2}=l\right)$ 37 27 31 coſin. de ($l=p$) 9.8997072

Différence ($n-p=$ ſinus r). 9.3722695

Par les Tables, le ſin. r eſt celui de l'angle. . . . } 13° 37′ 48″ dont coſin. (z) 9.9875937
joint au coſin. (p) 9.8997072
Leur ſomme ſera. . . . ($z+p=$ ſin. x) 9.8873009

Par les Tabl. le ſin. x eſt celui de l'angle. } 50° 29′ 0″

Dont le double. . . . 100° 58′ 0″ eſt la vraie diſtance entre ☾ & ☉.

V. *Conclure l'heure du Méridien des Ephémérides.*

320. Ayant la *diſtance vraie*, on cherchera dans les Tables de la *Connoiſſance des Tems*, qui donnent les diſtances de la Lune à differens Aſtres de 3 en 3 heures, deux diſtances de la Lune au Soleil le 19 Mai, dont l'une ſoit plus grande & l'autre plus petite que celle que l'on vient de trouver. On écrira d'abord la diſtance trouvée ; au-deſſous de celle-là la diſtance qui précede ; & après cela la diſtance ſuivante. On prendra la différence de la prem. à la ſec. & celle de la ſec. à la troiſ. ; enfin on fera cette analogie. *La ſeconde différence eſt à la premiere, comme 3 heures eſt à un quatrieme terme* x, qui exprimera un nombre *d'heures*, de *minutes* & *ſecondes*, & qu'on ajoutera à l'heure de la diſtance précédente. Alors on aura l'heure qu'il eſt à Paris, à l'inſtant de l'obſervation.

Diſt. corr. ou vraie de ☉☾. . . . . 100° 58′ 0″
par les éph. } diſtance préc. à 3h 9′ 16″. . 99 43 20. diff. 1h. 14′ 40″ $=a$
diſtance ſuiv. à 6h 9′ 16″. . 101 12 8. diff. 1. 28 48 $=b$

Pour

321. Pour trouver le *quatrieme* terme de cette analogie, on pourra se servir des petites Tables de M. l'Abbé de la Caille, comme il suit.

Logar.... de 3^h 0′ 0″..4.033424
Logar.... de 1 14 40...3.651278
Compl. arithm...... de 1 28 48...6.273436
Somme........3.958138=logar. de 2^h 31′ 21″
L'heure précédente étoit..................3 9 16
Donc l'heure de Paris sera..................5^h 40′ 37″

VI. *Calcul de l'heure du Vaisseau; & Connoissance de la Longitude.*

322. On cherchera d'abord dans la *Connoissance des Tems*, la *déclinaison* du Soleil le 19 *Mai* à 5 heures 40′ 37″ : & on en conclura sa distance polaire. Cela posé, on écrira les unes au dessous des autres.

1°. La hauteur vraie du centre du soleil.

2°. La latitude du lieu du vaisseau.

3°. La distance polaire du soleil.

On prendra la somme & la demi-somme de ces trois quantités : & la différence de cette *demi-somme* à la *hauteur du soleil.* Enfin on ajoutera les complémens arithmétiques du *logarithme cosinus* de la latitude, & du *logarithme sinus* de la distance polaire. Le *logarithme cosinus* de la demi-somme, & le *logarithme sinus* de la différence : on prendra la demi-somme de ces quatre quantités, qui sera le *logarithne sinus* du *demi-angle horaire*, qu'on cherchera dans les Tables. On multipliera ce *demi-angle* par 8 ; & regardant les degrés du produit comme des *minutes* de tems, les *minutes* comme les *secondes* de tems, on aura *l'heure du vaisseau.*

Voici le détail de ce Calcul.

Décl. du ☉ 1774 dans le { 19 Mai. 19° 50′ 26″ (*a*)
{ 20 Mai. 20 3 2 (*b*)
Différence (*a*—*b*)..... 12 36
Décl. pour 5^h 40′ 37″.. 2 58 (*c*)
Décl. cherchée. (*a*+*c*) 19 53 24
Distance polaire.....70 6 36 (*d*)

H. du ☉. 56° 16′ 16″ (*e*)
Lat... 29 37 0 (*f*) c. cos. 0.0608047
Dist. pol. 70 6 36 (*d*) c. sin. 0.0267117
Somme. 155 59 52 (*g*)
dem-s. $\left(\frac{g}{2}\right)$ 77 59 56 (*h*) cosin. 9.3179186
Diff. (*h*—*e*) 21 43 40. sinus. 9.5684275
Somme.... 18.9738625
Demi-somme (*z*)........9.4869312

En cherchant le *logar. sinus* de cette demi-somme (z) on trouve le *demi-angle horaire* suivant.......	17° 52′ 11″
qui étant multiplié par.....................	× 8
Donne l'*heure du vaisseau*, regardant les *minutes* comme des *secondes*, &c....................	2h 22′ 57″ 28‴
L'heure de Paris étoit......................	5 40 37
Donc leur différence........................	3h 17 40
qui étant réduite en degrés, montre que la Longit. du vaisseau étoit.........................	49° 25 0

Notez, que quand on emploiera dans ces Calculs les petites Tables de M. l'Abbé de la Caille, dont j'ai parlé ci-dessus dans le n°. 309, il faudra faire usage des *six décimales* : & alors on aura soin de ne retrancher que les deux derniers chiffres du produit des parties proportionnelles qui se trouvent dans la petite colonne, laquelle suit immédiatement celle des *sinus*, comme il y est dit à la page 41 de l'explication imprimée à la fin de ces Tables.

Diverses autres Observations sur Mer, auxquelles on emploie ces Instrumens.

323. Il y a d'autres observations à faire sur mer dans lesquelles on emploie ces instrumens avec avantage, comme celles pour trouver la Latitude par deux observations du Soleil hors du Méridien, en connoissant sa Déclinaison, ou par trois observations sans le secours de la Déclinaison; mais ce sont des méthodes plus spécieuses dans la théorie que dans la pratique : *voyez le* n°. 237 du *Traité de Navigation* déja cité, de M. Bézout. Cependant on trouve dans l'Almanach Nautique de Londres pour 1771, une suite de Tables de M. Douwes d'Amsterdam, Examinateur des Officiers de la Marine Hollandoise, avec des additions du Capitaine Campbell, & une ample explication de leur usage : ces Tables servent pour trouver la Latitude par deux hauteurs du Soleil, connoissant l'intervalle du temps qui s'est écoulé entr'elles, par une bonne montre. Cette méthode de M. Dowes est très-avantageuse, & mérite d'être connue de tous les Marins. On vient de voir la méthode de reconnoître l'heure par une observation du Soleil dans le n°. 322, qui peut servir également en d'autres occasions.

324. On peut prendre des hauteurs égales des Astres sur Mer avec les mêmes instrumens. On s'en sert aussi pour déterminer la position & les distances angulaires des Côtes, Caps, Promontoires, Ecueils, Ports, & différens points remarquables pour la construction des Cartes Marines, & pour l'attaque des Fortifications sur les côtes, & embouchures des rivieres, &c. & pour reconnoître toutes sortes de distances angulaires.

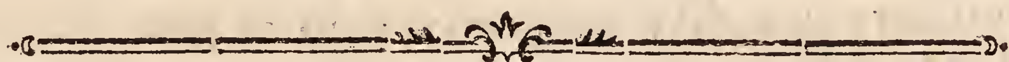
L'application de ces instruments à tous ces objets est à peu près la même

que pour les obſervations dont on a déja parlé dans ce Traité : ainſi je ne m'étendrai pas davantage ſur la maniere d'employer ces inſtrumens à bord des vaiſſeaux. On peut conſulter les *Elements de Navigation* de M. Robertſon cités ci-deſſus, pour le détail du calcul & des méthodes qu'on doit employer dans toutes ces opérations. C'eſt peut-être l'ouvrage le plus complet qu'on ait encore fait ſur ce ſujet.



APPLICATION DE CES INSTRUMENS

Aux Obſervations Aſtronomiques ſur Terre.



Prendre la Hauteur du Soleil, ou de quelque autre Aſtre.

325. IL ne faut que trouver quelque horiſon artificiel pour employer avec ſuccès les Sextants à réflection dans les obſervations aſtronomiques. L'eau, le mercure, ou un bon miroir plat qu'on place horiſontalement par le moyen d'un bon niveau, fourniſſent ce qu'il faut pour accomplir cet objet.

326. Le peu de volume de ces inſtruments, la facilité de les tranſporter ſans les endommager, & d'en réparer les accidents, en outre l'extrême médiocrité de leur prix, en comparaiſon de celui des bons quarts de cercle aſtronomiques du même rayon, ſont autant de recommandations pour ſe ſervir des Octants & Sextants dans une infinité d'occaſions où les autres inſtruments ne pourroient avoir lieu.

De l'Horiſon artificiel d'eau, ou de mercure.

327. Une riviere, un lac, un étang, un vaſe quelconque plein d'eau avec le fond bien obſcur, ou un vaſe dans lequel il y a du mercure, ſont autant d'horiſons que la Nature ou l'Art nous fournit partout pour avoir les objets réfléchis de façon que leur angle ſoit toujours relatif à l'horiſon de la partie du globe, où nous nous trouvons; mais l'agitation faite dans la ſurface de ces fluides par le moindre vent ou par quelque autre cauſe ſemblable, rendroit preſqu'inutiles ces moyens ſi l'on n'avoit pas tâché d'y remédier.

328. Premiérement on a une petite boîte de bois aſſez ſolide, comme celle de la *fig.* 36, qu'on double au dedans avec un enduit, composé de colophane, poix & térébenthine, mêlés avec du noir de fumée; il faut que le dedans ſoit d'un noir mat, & pour cela on frotte cet enduit, lorſqu'il eſt froid, avec de l'émeri groſſier, pour en ôter le brillant.

329. On y adapte une eſpece de toit, comme on le voit dans la *fig.* 37, qui eſt composé de deux chaſſis garnis de deux petits quarrés de verre bien poli, & dont les ſurfaces ſont bien paralleles, ce qu'on examinera par les méthodes des nos 106 & 125. Ces deux chaſſis tiennent par une eſpece de charniere repréſentée dans la même *fig.* 37, au moyen de laquelle on les tient plus ou moins ouverts, ſuivant les angles qu'on veut obſerver ; de façon que les rayons du ſoleil ou de l'objet, dont on veut meſurer la hauteur, y paſſent ſans aucune réfraction.

330. On met de l'eau dans la boîte, & on la poſe ſur terre, ou ſur quelque muraille bien ferme & inébranlable. On la couvre alors avec le double chaſſis de la *fig.* 37 ; & on peut fort bien juger à l'œil ſi les quarreaux de verre ſont perpendiculaires aux rayons incidents : autrement on aura une diviſion gravée dans le plan de la charniere, pour leur donner l'inclinaiſon néceſſaire.

331. La réflection ſur la ſurface de l'eau eſt aſſez forte pour les obſervations du Soleil & de la Lune : mais pour celles des Etoiles, il faut employer du mercure qu'on aura ſoin de paſſer à travers un cornet de papier ou un mouchoir de ſoie, pour le dépouiller de la pouſſiere, & d'une eſpece de pellicule qui ſe répand ſur la ſurface.

332. Quelques-uns conſeillent d'employer de la melaſſe, ou une eſpece de ſirop noir ſuffiſamment épais, ſans l'être trop, au lieu de l'eau ou du mercure ; & par-là on épargne la depenſe des deux chaſſis de verre à ſurfaces paralleles, qui ne ſont pas aiſés à avoir, & qui ne laiſſent pas de coûter cher. L'épaiſſeur de ce fluide empêche les petites vibrations que l'air cauſe dans la ſurface de l'eau ou du mercure ; mais il n'eſt pas aiſé de lui donner l'épaiſſeur néceſſaire, ſans tomber dans l'inconvénient de le rendre ſi épais, que ſa ſurface ne prenne pas la vraie poſition horiſontale.

De l'Horiſon artificiel à Miroir.

333. Un bon miroir d'environ 4 pouces & encore moins, dont les ſurfaces ſoient bien paralleles (106), garni d'un chaſſis de métal avec 3 ou 4 vis ; & un bon niveau à eſprit-de-vin qui puiſſe tourner avec l'inclinaiſon de peu de ſecondes, pour bien niveler ce miroir, dans tous les ſens de ſon plan, ſont bien moins embarraſſans que la boîte ci-deſſus, & donnent une réflection horiſontale aſſez exacte pour toutes ſortes d'obſervations.

Avantage des Niveaux circulaires.

334. Si le niveau eſt compoſé d'une boîte de cuivre jaune, comme une tabatiere, ayant le couvercle ou ſurface ſupérieure, faite d'un verre

concave, dont la courbure intérieure soit d'un rayon bien long, mais travaillé très-réguliérement & fort uni, est le niveau le plus à propos pour cette opération. J'en ai vu quelques-uns de cette espece qui étoient sensibles à une inclinaison de peu de secondes : ces niveaux circulaires donnent beaucoup plus de facilité pour mettre le miroir parallele à l'horison; car ils montrent à la fois l'inclinaison d'un plan quelconque dans tous les sens : au lieu que les niveaux à tube ont besoin d'être mis successivement en différentes directions croisées, pour faire connoître la vraie position horisontale du miroir.

D'un A-plomb nouveau de Réflection.

335. La difficulté d'avoir des niveaux à boule d'air assez exacts pour établir bien horisontalement le plan de réflection, m'oblige à décrire ici un à-plomb fort exact, que j'ai imaginé il y a long-tems, d'après le principe de la rectification du miroir de l'alidade du n°. 149, qui peut-être deviendra avantageux également en d'autres circonstances.

M. Eckart, Membre de la Société Royale de Londres, sans avoir eu communication de mon idée, a imaginé aussi un à-plomb sur le même principe, qui ne différe pas beaucoup du mien.

336. Soit le cylindre *a b* (figure 40, planche 3) garni de deux croix de fil, une à chaque bout, & qu'il soit suspendu à la traverse *t x* de la virole *c n* par un crochet dont le trou soit aiguisé en forme de couteau, comme dans la suspension des balances d'essai, & qu'il ait un petit contre-poids *m* pour le conserver perpendiculaire à l'horison. Si l'on met le trépied, *fig.* 39 sur le miroir de la figure 38, & que l'on mette sur le trépied, la virole *c n* avec son tuyau de la *fig.* 40; il est évident qu'en regardant par dessus, on ne verra pas que les intersections des deux croix *a* & *b* coincident avec leurs images représentées dans le miroir qui est par dessous, dans tous les sens, à moins qu'on y trouve ces deux circonstances. 1° Que les deux croix correspondent exactement dans la ligne perpendiculaire au centre de la terre : & 2° que le miroir soit parfaitement horisontal.

337. Or si l'on ajuste une fois pour toujours, la perpendicularité des deux croix *a* & *b*, il n'y aura dans la suite autre chose à faire que de suspendre ce cylindre sur le miroir de la *fig.* 38, & tourner la virole de la *fig.* 40 par les deux aîles *c n*, en différentes positions, pour faire tourner le cylindre & son image sur le miroir, qu'il faudra élever ou baisser (par les vis *p q d*, *fig.* 38), jusqu'à ce que la coincidence des intersections réfléchies avec celles des croix *a* & *b* soit parfaite. On sera peut-être étonné de voir avec quelle exactitude on peut faire l'ajustement du miroir de *l'horison artificiel*, par cette méthode, même lorsque la distance entre les croix *a b* n'est plus que de 7 à 8 pouces.

*Pratique des Observations de la Hauteur des Astres en employant l'*Horison *artificiel.*

338. L'angle qu'on observe par le moyen de l'horison artificiel, est toujours le double de la hauteur de l'astre sur l'horison : comme il est aisé de s'en convaincre, en jettant les yeux sur la *fig.* 41 de la *planche* 3 *voyez la Note gg.* Ainsi on ne peut pas observer par devant avec les Octants, des angles au-delà de 45° ; ni avec les Sextants des angles au-delà de 60°. Les Octants nouveaux peuvent aller jusqu'à 75° ou environ : mais pour des hauteurs encore plus grandes, il faudra employer l'observation par *derriere.*

339. Ayant donc l'instrument convenable, il s'agit de mettre *l'horison artificiel* dans l'état de bien servir. S'il est composé du miroir dont on a parlé dans le n°. 333, on y appliquera le niveau dont il est parlé ci-dessus, en le tournant dans tous sens, & en haussant ou baissant le miroir par le moyen des vis qui le soutiennent, jusqu'à ce qu'il soit bien parallele à l'horison : autrement on employera le *niveau circulaire* ou l'*à-plomb* dont on a parlé dans les n°s 334 & 335.

340. Mais s'il est composé d'un fluide comme *l'eau* ou le *mercure*, alors on n'a besoin que de le couvrir avec le chassis dont on a parlé dans le n°. 329. On mettra les deux faces ou plans de verre, dont il est composé, à un angle *double* de celui qu'on doit trouver dans l'instrument, ou *quadruple* de la hauteur de l'astre, pour que les surfaces des verres soient perpendiculaires aux rayons incidents & réfléchis. *Voyez le n.* 2 de la *Note gg.*

341. Il est aisé de connoître à peu-près la quantité de cet angle : un degré de plus ou de moins ne causera aucun dérangement sensible dans l'observation. On pourra d'ailleurs essayer de le mesurer en gros, pour juger de l'ouverture angulaire qu'on doit donner aux verres du chassis.

342. Mettez l'Octant en ordre, comme il faut qu'il soit pour observer l'astre, en employant les verres noirs ou enfumés qui sont à propos. Il vaut mieux employer un verre rouge-obscur pour affoiblir les rayons réfléchis, & un verre enfumé derriere le miroir horisontal pour affoiblir les rayons de vision directe. Car on distinguera mieux par la couleur différente les deux images ; celle de vision directe devenant alors jaunâtre, & l'image réfléchie d'un beau rouge foncé.

343. On mettra l'instrument dans le plan vertical qui passe par l'astre & par l'horison artificiel : & on poussera l'alidade doucement jusqu'à ce que l'image rouge touche celle de couleur jaunâtre ; sans oublier les

avis qu'on a donnés, pour bien obſerver avec ces inſtrumens, en différens endroits, particuliérement dans les n[os] 166 & ſuiv. 261, &c. Après avoir fait l'obſervation, il faudra corriger l'angle qu'on trouvera marqué par l'alidade ſur le limbe, comme il ſuit.

Regles des corrections après avoir obſervé ſur l'Horiſon artificiel.

344. Premiérement on fera toutes les corrections qui dépendent de l'inſtrument, s'il y en a quelqu'une dans l'angle total qu'on aura obſervé. Dans la ſuite on prendra la moitié de cet angle ainſi corrigé, & on y appliquera toutes les autres corrections dont l'obſervation ſera ſuſceptible, comme on va le voir.

Exemple d'une Obſervation de la hauteur du Soleil.

345. On a obſervé par *devant* la hauteur du Soleil à midi, le 28 Novembre 1775, par l'attouchement des bords intérieurs (les plus voiſins) de l'image réfléchie avec ſon objet; c'eſt-à-dire, du bord inférieur de l'image réfléchie dans le miroir de l'alidade qui étoit *rouge*, ſuivant le n°. 342, avec le bord ſupérieur du Soleil vu par viſion directe, qui, à cauſe du verre enfumé, paroiſſoit *jaunâtre*; & étoit réfléchie ſur l'horiſon artificiel : & on a trouvé l'angle

... & on a trouvé l'angle................	119 38 0
1. Correction, l'*erreur de l'alidade*, (n°. 192) que je ſuppoſe..................................	+ 2 30
	119 40 30
6. Correction, la *déviation* ſouſtractive : en la ſuppoſant de 30′, on a par la Table IV........................	— 49
	119 39 41
7. Correction (l'*erreur du limbe*, n°. 208) que je ſuppoſe *additive*.....................................	+ 1 29
Total....................	119 41 10
Prenez-en la moitié..........	59 50 35
2. Correction (la *dépreſſion de l'horiſon* n°. 198) n'a pas lieu.	
3. Correction (les *deux demi-diametres*, n°. 234) *additive* : par la *Connoiſſance des Temps*..............	+ 32 32
	60 23 7
4. Correction (la *réfract.* n°. 202) *ſouſt.* par la Table III.	— 38
5. corr. (la *Paral.* n° 204) n'a pas lieu, donc la haut. ſera	60 22 29

346. Si, au lieu d'avoir obſervé l'attouchement du bord inférieur de l'image réfléchie dans le miroir de l'alidade, on avoit pris l'attouchement de ſon bord ſupérieur avec l'inférieur de l'image de viſion directe, ſur l'horiſon artificiel, alors la correction troiſieme devroit être *ſouſtractive*, comme on l'a remarqué dans le n°. 7 de la *Note* ff.

Si l'on fait cette obſervation par *derriere*, alors dans le cas où l'on compare le bord ſupérieur de l'image *jaunâtre* dans l'horiſon artificiel avec le bord infér. de l'image *rouge*, réfléchie du miroir de l'alidade, on *ajoute* la valeur des deux demi-diametres; & ſi on compare les bords externes, on

doit le *retrancher*, comme on le voit dans la note *ff*; à moinsque l'on compte sur le rang supérieur des chiffres du limbe qui servent pour les observations par *devant*. Mais en effet ces observations de *hauteur* doivent être considérées comme des observations de *distance supplémentale* : & dans ce cas ses corrections sont comme dans les observations par *devant*. Voyez les nos 12 & 13 de la *Note ff*.

347. S'il y a quelque doute sur la bonne qualité des verres du chassis dont on a parlé dans le n°. 329, répétez l'observation en tournant l'horison artificiel de l'autre côté ; de façon que le rayon incident vienne à entrer par le verre par lequel sortoit le rayon réflechi sur le mercure ; & la même chose doit être pratiquée avec l'autre espece d'horison à miroir ; car alors les erreurs deviendront dans un sens opposé à celles de la premiere observation. On prendra la moitié des deux observations ; & on aura une approximation assez suffisante pour la connoissance de la vraie hauteur qu'on cherche.

348. Enfin, si l'on observe la hauteur d'une Etoile, au lieu de celle du Soleil, alors la correction *troisieme* n'a pas lieu du tout. De même, lorsqu'on mesure par cette méthode la hauteur d'un édifice ou d'un autre objet, dont on prend la coincidence du point qu'on veut mesurer avec sa propre image réfléchie dans l'horison artificiel : il n'y a dans ce cas aucun demi-diametre à retrancher, &c. *Voyez le* n°. 19 & suiv. de la Note *H*, page 125 ; & l'*addition*, page 174.

Observer des Hauteurs correspondantes sur Terre.

349. Pour peu qu'on ait de connoissances en Astronomie, on sait bien que la base de toutes les observations est la détermination exacte du vrai moment dans lequel arrivent les phases, apparences, & phénomenes des Astres qui en sont l'objet. C'est par le moyen de l'observation des hauteurs égales qu'on détermine le rapport du mouvement d'une pendule à celui du Soleil ou des Etoiles par leur passage au méridien du lieu où l'on fait l'observation. Cette espece d'observation sert aussi à tracer une méridienne, à mettre l'*Instrument des passages* dans sa propre direction, à poser des *Cadrans solaires*, & pour d'autres objets importans.

350. On emploie des Quarts de cercle astronomiques, & d'autres instrumens assez volumineux, dont une grande partie demande un Observatoire bâti pour les observations de cette espece. Mais il est certain qu'on peut y suppléer en partie, en employant un Octant ou Sextant, garni d'un horison artificiel, comme on l'a dit au commencement de cette section.

Un instrument de cette espece, dont le rayon ne seroit que de 8 ou 9 pouces, & même plus, est très-aisé à transporter dans un voyage quelconque : & si l'on a une bonne montre à repos, ou encore mieux une pendule à *secondes* ou à *demi-secondes*, même qu'elle soit à ressort, & une bonne lunette achromatique à triple objectif d'environ quinze ou 16 pouces de foyer, le tout peut bien aller dans une caisse d'un volume assez médiocre ; & on pourra faire, même en voyageant, des observations très-intéressantes, quelque part qu'on veuille s'arrêter pour cet effet.

351.

351. Ce qu'il y a d'avantageux dans l'obſervation des hauteurs égales, c'eſt qu'il ne faut pas préparer l'inſtrument, ni faire aucune rectification, ni aucune correction : & lors même que l'Octant feroit mal diviſé, ou fort dérangé dans quelqu'une de ſes parties, on pourroit l'employer également ſans erreur. Car les obſervations après midi corrigent exactement de l'autre côté les variations de celles qu'on a faites avant midi. Les circonſtances les plus favorables pour ces obſervations ſont, lorſque le Soleil, ou l'Aſtre qu'on veut obſerver, ſe trouve près du premier vertical, c'eſt-à-dire du grand cercle qui paſſe par les points de l'Eſt à l'Oueſt. Du moins on ne doit prendre des hauteurs correſpondantes dans des Latitudes comme celle de Paris, que lorſque l'Aſtre ſe trouve diſtant du méridien au moins de deux heures. *Voyez le Traité de Navigation par M. Bézout, Sect.* 4, *n°.* 316 *&* 318.

352. Ayant préparé l'horiſon artificiel, & l'inſtrument, comme il eſt dit dans le n° 339 *& ſuiv.* on obſerve la hauteur du Soleil deux ou trois heures avant midi, en mettant l'alidade, de maniere que les bords internes des deux images ſe touchent plus qu'il ne faut : on arrête l'alidade en gardant les images dans l'endroit qu'il faut du champ de la lunette : & on compte les *ſecondes* à la pendule juſqu'à ce que les bords de ces images, en ſe décroiſant, par l'élévation ſucceſſive du Soleil ou de l'Aſtre, viennent au vrai attouchement. On marque alors ſur un papier la *ſeconde* qu'on compte dans l'inſtant de cet attouchement, avec la *minute* & *l'heure* de la pendule : & vis-à-vis on écrit le degré & la minute marquées par l'alidade : le tout faiſant un article ſeul ſous le titre *Matin.*

353. Après 4 ou 5 minutes, on fait une autre obſervation pareille, qu'on marque ſur le même papier, comme la premiere ſous le même titre, mais en un article ſeparé. On fait d'autres obſervations dans la ſuite juſqu'au nombre qu'on veut, en les écrivant ſur le même papier dans une même colonne, mais faiſant de chacune un article ſeparé. On laiſſe l'inſtrument avec l'alidade dans la poſition de la derniere obſervation, & dans l'après midi on répete les mêmes obſervations en commençant par la derniere du Matin. On attend l'attouchement des deux images du ſoleil, & on marque la *ſeconde*, la *minute* & *l'heure* de la pendule, vis-à-vis de la derniere obſervation dans un article ſéparé, & dans une autre colonne, ſous le titre *Soir.*

On met l'alidade au degré & à la minute de l'obſervation avant la derniere : on obſervera de même, & on écrira vis-à-vis, la *ſeconde*, la *minute* & *l'heure* correſpondantes ſuivant la pendule : & on en fera autant avec chacune des autres de la matinée, en écrivant de même vis-à-vis de chacune la *ſeconde* & la *minute* correſpondantes, marquées par la pendule.

354. A présent prenez les deux observations correspondantes, ajoutez-les ensemble : prenez-en la moitié, ajoutez 6 heures à cette moitié : écrivez cette somme dans une troisiéme colonne sous le titre *Midi*, mais vis-à-vis les articles de ce résultat : & faites autant avec chaque couple des autres observations. Lorsque cette troisieme colonne est complete, faites à chacun de ces *midi* ainsi trouvés, la correction correspondante causée par la différence de la déclinaison du Soleil à chaque couple d'observations.

355. On trouve dans la *Connoissance des Temps*, p. 141, sous le titre *Equation pour le Midi conclu des hauteurs correspondantes*, une Table qui sert pour la Latitude de Paris.

Cette Table est faite suivant la différence des degrés de la longitude du Soleil, adaptée pour la Latitude de Paris ; & est suivie de deux autres Tables, qui servent pour trouver l'équation des hauteurs correspondantes pour toutes les Latitudes ; on en pourra voir l'usage dans la *Connoissance des Tems* pour 1774, & dans le premier vol. de l'Astronomie de M. de la Lande n°. 944 & suivants. Il y a aussi une Table dans le Nautical Almanak de 1769, par laquelle on trouve cette correction pour toutes les latitudes.

S'il y a quelques différences entre les *midi* trouvés par chaque couple d'observations des hauteurs correspondantes, il n'y a qu'à en prendre la moyenne, qui sera la plus près du midi vrai par toutes ces observations.

Ce midi ainsi trouvé est celui du *Tems* vrai. Si vous voulez celui du tems moyen, voyez la Table de *l'Equation du Tems* (Nautical Almanak) ; & ajoutez, ou retranchez la quantité marquée pour le midi du jour dont il s'agit. Autrement faites usage de celle qui se trouve à la pag. 133 de la *Connoissance des Tems* sous le titre *Tems moyen au midi vrai*, qui revient à la même chose. La différence entre ce midi déduit des observations, réduit au tems moyen, & le tems de la pendule, montrera de combien elle avance ou retarde pour chaque jour, lorsqu'on divisera cette différence par les jours qui se sont passés depuis la derniere observation des *hauteurs égales*.

356. On peut prendre également les hauteurs égales de quelques-unes des étoiles les plus grandes & brillantes : soit qu'on change l'alidade pour les différentes hauteurs d'une même étoile ; soit qu'on garde l'alidade dans la même position & qu'on attende le passage de différentes étoiles à la même hauteur, ce qui vaut mieux. On peut par cette méthode, prendre plusieurs hauteurs de différentes étoiles dans une seule nuit. Comme les étoiles n'ont aucune Déclinaison rapide (251) ; les observations de leurs hauteurs n'ont pas besoin de la correction du n°. 355.

Usage de ces Instrumens dans les Observations des Comètes.

357. L'apparition des Comètes dans des positions peu avantageuses, leur rapidité à entrer dans les rayons solaires & souvent leur peu de durée, jointes aux accidents du tems, sont autant d'obstacles pour observer leurs routes. Les Astronomes les plus infatigables les manquent plusieurs fois, & perdent le fruit de leurs veilles. Ce n'est bien souvent que par un hasard de circonstances favorables, une opiniâtreté acompagnée de bien de fatigues penibles & de veilles accablantes, qu'un fort petit nombre d'Astronomes parvient à faire des observations satisfaisantes.

Mais il y a encore une autre difficulté, dont ceux qui manquent de pratique dans l'observation des Comètes, ne s'apperçoivent quelquefois pas ; c'est que pour déterminer la position des Comètes, on est souvent obligé de les comparer à des étoiles, qui ne se trouvent point dans les Catalogues, & qui par leur petitesse donnent peut-être quelquefois le change aux Observateurs les plus experts : il faut ensuite déterminer la position de ces étoiles inconnues par celle de plusieurs autres. Ainsi les défauts dans les observations se multiplient de *proche en proche* ; de façon que le résultat donne des déviations si considérables de la vraie position de la Comète, qu'il n'est pas étonnant de voir le peu d'accord qu'il y a quelquefois entre la route qu'elle devroit tenir suivant les élements de l'orbite trouvée par le calcul, malgré toute l'habilité & l'intelligence du Calculateur, & la route que la Comète décrit effectivement dans la suite.

Enfin, ce n'est pas assez d'être bon Observateur, il faut y joindre l'avantage d'un bon Observatoire, & être fourni de bons instruments assez coûteux & qui ne sont pas aisés à manier en tous les sens : il faut s'épuiser en ressources pour en tirer parti à cause de la route extraordinaire de beaucoup de Comètes qui souvent est trop éloignée des étoiles connues, pour en déduire immédiatement par comparaison leur différence en Ascension droite & Déclinaison.

358. Mais il ne tient qu'aux Astronomes Observateurs d'opérer avec plus de facilité & de mettre à profit une très-grande quantité d'observations, qui sont en pure perte par les difficultés ci-dessus ; il suffit d'appliquer les Octants & Sextants à réflection pour mesurer tout d'un coup pour ainsi-dire un grand nombre de distances en tous sens, entre la Comete & les étoiles les plus connues. Il ne s'agit que de savoir la Déclinaison de chacune & son Ascension droite, pour en déduire avec un peu de calcul la vraie position de la Comète, ayant égard à la *premiere correction* du n°. 186, s'il y en a aucune à faire dans l'ins-

trument & à la *réfraction*, pour laquelle il faut prendre les hauteurs sur *l'horison artificiel*, comme on l'a marqué en parlant des hauteurs du Soleil, dans le n°. 296 & suivants. Ajoutez que les défauts de ces observations de la distance de différentes étoiles à l'égard de la Comete, se trouvent compensés en grande partie par les mêmes observations lorsqu'elles sont dans un sens opposé les unes aux autres.

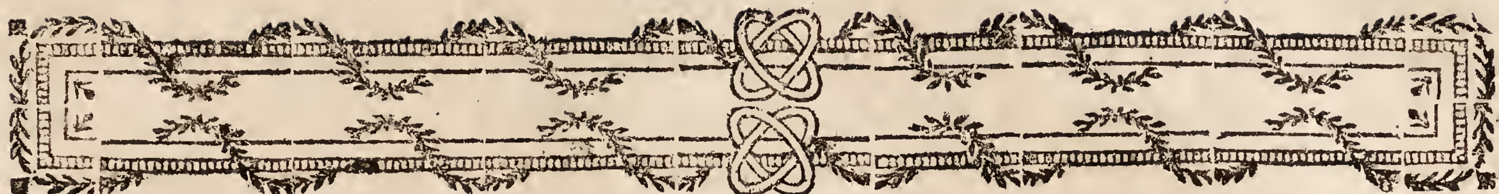
Application de ces Instrumens aux opérations de Géodésie, ou Arpentage.

359. Les objets sombres qu'on pourra voir sur un fond clair, & les objets bien éclairés qu'on pourra voir sur un fond obscur, seront fort aisés à observer par les instruments à réflection. C'est pour cela qu'on peut employer bien avantageusement cette espece d'instruments à l'Arpentage; particulierement si les miroirs horisontaux n'ont pas la partie diaphane, comme on l'a dit dans le n°. 101. On doit prendre les angles entre différents objets d'une même station; & si l'on veut, on pourra les réduire au même plan horisontal en prenant la hauteur verticale de chacun sur l'horison artificiel.

359. Ces instruments à réflection servent aussi pour tirer fort aisément une ligne droite à travers une très-grande étendue de terrein, en les employant comme dans la rectification pour les observations *par derriere*, avec l'alidade au premier degré du limbe qui vaut 180°: c'est-à-dire, qui marque la position de l'Observateur dans une ligne droite entre deux objets quelconques, pourvu qu'ils soient assez éloignés: & même on a vu par la note *H*, qu'il y a des moyens de les faire servir entre des objets qui sont peu distants.

360. Il seroit inutile d'entrer dans un plus grand détail sur cet objet de l'Arpentage par ces instruments. Si le Lecteur connoit tant soit peu ces opérations, il ne pourra pas manquer de voir tout le parti qu'on en peut tirer, pour s'épargner de la peine & la dépense d'autres instruments dont on fait usage à présent; qui en effet peuvent être bien plus commodes pour ce seul objet; mais ces derniers ne servent pas dans le même tems à des observations aussi différentes ni d'une si grande importance, que les instruments qui font le sujet de ce Traité.





APPENDIX.

Description & avantages du double Sextant nouveau.

361. Je finirai ce Traité par la description du double Sextant nouveau que j'ai promise ci-dessus dans le n°. 254, dans la note *D*, & en différents autres endroits. On a vu par le n°. 48 & encore mieux par les n°. 5 & 6 de la note H, que de quelque maniere que les rayons de lumiere tombent sur le miroir de l'alidade, ils représenteront successivement à l'œil en *h* (*fig.* 8, Planche 2) tous les objets qui feront un angle d'incidence sur le miroir *K C*, égal à celui de la ligne *dn* avec le plan du même miroir ; soit qu'il tourne en haut de *C* vers *P*, soit qu'il tourne en bas de *K* vers *Z*. C'est sur ce principe que l'ajustement préparatoire, dont j'ai parlé dans le n°. 184, est fondé ; & c'est sur le même principe qu'est appuyée la méthode dont j'ai parlé dans le n°. 48 déja cité, méthode par laquelle on pourra mesurer des distances angulaires au-*dessous* ; ou, pour mieux dire, en *arriere* du *zero* du limbe, de même que dans les observations ordinaires par *devant*, qui sont mesurées par l'arc entier du même limbe depuis *zero* jusqu'au bout *R*.

362. Cependant personne, que je sache, n'avoit encore profité des grands avantages d'un instrument, par lequel on mesureroit toutes les distances angulaires qu'il est possible d'observer par *devant*, dans les deux arcs du limbe au-dessus & au-dessous de son zero. L'instrument qui réunira cette qualité aux autres des Octants, n'aura pas besoin d'être ajusté ni *avant* ni *après* l'observation ; & il est bien évident que dans un tel cas l'Observateur sera à l'abri des defauts & méprises qui s'y glissent souvent, & qui produisent un grand nombre d'erreurs dans les observations.

363. Par exemple, supposons qu'on observe par *devant* un angle de 80° dans l'arc au-dessus du *zero degré* du limbe, comme à l'ordinaire ; & qu'en reculant l'alidade, on observe le même angle dans l'arc inférieur de ce *zero* du limbe ; n'est il pas évident qu'en prenant la moitié de la somme de ces deux arcs, la valeur de l'angle observé sera bien plus exacte que si l'on faisoit l'ajustement préparatoire ordinaire ? Si l'on réfléchit sur ce qu'on a détaillé dans les n°. 184, 195 & 196, on ne man-

quera pas de rester convaincu de la vérité de cette assertion. En effet on n'épargne pas seulement par cette méthode, la peine & l'embarras de faire l'ajustement ou rectification en question ; mais on retranche de moitié les défauts, qui se multiplient de plus en plus, à mesure qu'on employe un plus grand nombre d'opérations dans une observation quelconque.

364. Le double Sextant dont je vais donner l'idée, est construit sur ces principes; mais j'y ai fait plusieurs additions qui communiquent à cet instrument de nouvelles propriétés par lesquelles celui-ci l'emporte de beaucoup sur les instrumens connus.

Avant d'entrer en matiere je dois rendre justice à M. le Chevalier de Borda, Savant distingué, dont j'ai parlé souvent dans ce Traité, qui sans avoir aucune notion de mes idées sur ce sujet, a reconnu aussi les mêmes proprietés & avantages d'un instrument à réflection construit sur ces principes, & en a fait l'application à son istrument circulaire, dont il fera peut-être bientôt part au Public.

Je fus fort agréablement surpris lorsque ce Savant me communiqua, dans une conversation, ses vues sur ce sujet, & il ne le fut pas moins à la vue de la feuille de ce Traité, où j'avois déja donné les mêmes principes, & qui se trouvoit alors sous presse. Il n'y a rien de bien extraordinaire que nous nous soyons rencontrés dans nos recherches sur un même objet : mais il est peut-être assez remarquable que feu M. Mayer, le célebre Astronome de Gottingue, ne se soit pas apperçu de cet avantage, dans le cercle à réflection, dont il a donné une description au Public, attendu que ce Professeur avoit un génie fort inventif, comme il paroit par ses écrits. Je parlerai dans la *Note KK* de toutes les autres inventions & changements faits dans les Octants marins dont j'ai pu avoir connoissance jusqu'à ce moment. Aucune de ces nouvelles constructions ne fournit les avantages de l'instrument qui fait l'objet de cet Appendix.

365. La figure 32 (*planche* 3) represente l'esquisse du double Sextant. Le limbe *RWM* est un arc d'environ 130 ou 135 degrés, dont le *zero* est au milieu *W* de cet arc. La moitié depuis *W* jusqu'à *M* sert pour les observations ordinaires par *devant* au-dessus du *zero* degré ; & l'autre moitié depuis *W* jusqu'à *R* sert pour les observations correspondantes au-dessous du même *zero*. Le miroir *Nn* de l'alidade, & le miroir horisontal *B* sont ceux qu'on employe dans ce genre d'observations. Mais pour avoir l'avantage de déterminer, immédiatement à chaque observation, la vraie dépression actuelle de l'horison dont j'ai parlé dans le nº. 220 & *suivants ci-dessus*, j'ai divisé en deux moitiés le miroir de

l'alidade comme M. Caleb Smith avoit fait dans son instrument (*voyez la note KK*). La moitié inférieure *Nn* est la plus proche du plan de l'instrument : elle est posée dans la direction de la ligne qui passe par le centre de l'alidade & par le *zero* du limbe. L'autre moitié *mv* est placée à angle droit avec la premiere : on la fixera par le moyen d'une platine qui tiendra à la plaque *rz*, de façon qu'on puisse la faire tourner dans un sens ou dans l'autre, comme il est dit dans le n°. 255 & dans la note *ee*, n°. 6. Peut-être sera-t-il bon d'y pratiquer une piece pour couvrir la surface réfléchissante de ce miroir *mv*, tandis qu'on n'en fait pas usage dans l'observation.

366. Le miroir horisontal *B* est fixe, comme à l'ordinaire, sur le corps de l'instrument ; mais on peut le tourner à droite ou à gauche, lorsqu'il est nécessaire, par la *vis sans fin* du n°. 95. Ce miroir est tout d'une piece & de la hauteur des deux miroirs de l'alidade pris ensemble. Il est étamé aux deux extrémités, de façon qu'il reste environ un tiers sans étamage au milieu, pour laisser passer les rayons de *vision directe*. La partie étamée la plus près du plan de l'instrument, sert pour recevoir les images réfléchies du miroir *Nn* ; & l'autre qui est la plus éloignée, sert pour recevoir l'image réfléchie de l'horison par *derriere*, lorsqu'on observe la hauteur de quelque astre, pour reconnoître l'état actuel de l'athmosphère, relativement à la dépression de l'horison : car aussitôt qu'on aura fait une observation de hauteur, on pourra prendre immédiatement sur le même miroir *B* la dépression de l'horison, afin de faire les vraies corrections de *dépression* & de *réfraction* dont on a parlé dans le n°. 223 : & dans la *note ii*.

367. La position de ce miroir *mv* ne permet pas d'observer par *derriere* sur le miroir *B*, des angles un peu considérables, c'est-à-dire, plus que 5 ou 7 degrés en-deçà ou au-delà des 180° qui correspondent au *zero* du limbe. C'est pour remédier à ce défaut, que j'ai placé le miroir *A* dans le corps de l'instrument sur la ligne tirée du centre de l'alidade à la division 60° du limbe, comme on le voit par la *fig.* 32. Ce miroir n'a qu'un tiers d'étamé à la même distance du plan de l'instrument que la partie la plus éloignée de l'étamage du miroir *B*. Suivant cet arrangement des miroirs du double Sextant, on pourra observer sur le miroir *A* tous les angles qu'il est possible d'observer par *derriere* au-delà du 120[me] degré. Chaque miroir horisontal est garni par derriere avec l'appareil décrit dans le n°. 175 qui sert à modifier le grand éclat de la lumiere du soleil, & à mettre de l'égalité entre l'image de vision directe & celle de réflection.

368. La lunette *hf* est fixée sur une plaque de métal, par les raisons données dans le n°. 162. Cette plaque peut se mouvoir autour

du centre *b* : on l'arrete ſur le corps de l'inſtrument moyennant une vis, de façon que ſon axe ſoit dans la direction des rayons de l'image réfléchie : en voici la raiſon. Lorſqu'on voudra obſerver par *devant* quelque angle en arriere du *zero* du limbe depuis 10° jusqu'à 20°, & depuis 56° juſqu'a *64 degrés*, les rayons de l'image réfléchie ne pourront pas arriver juſqu'au miroir de l'alidade, ſe trouvant interceptés par l'opacité du miroir *B* dans le premier cas, & par celle du miroir *A* dans le ſecond; comme il paroît par le rang inférieur des nombres gravés au-deſſous du limbe de la figure 32, qui ſervent à montrer les rayons incidents ſur le miroir *Nn*.

Pour obvier à cet inconvénient, il n'y aura qu'à faire tourner le miroir *B*, 10 *degrés* en arriere, avec la clef dont on a parlé dans le n°. 95 : car alors on trouvera à découvert les angles dont l'obſervation inférieure étoit empêchée par l'opacité du miroir *A* ou *B*, ſans que cela puiſſe embarraſſer aucunement l'Obſervateur ; car la valeur de l'angle obſervé par les deux opérations ne ſera que la moitié des deux nombres indiqués par le *Nonius* de l'alidade à la fin des deux obſervations, quel que puiſſe être l'endroit du vrai *zero* du limbe. Or il eſt aiſé de voir que dans le cas où on aura changé la poſition du miroir *B*, il faudra changer également la direction de la lunette en la mouvant ſur le même axe de ce miroir. Mais outre le mouvement de la lunette ſur le centre *B*, elle doit avoir toute ſeule un autre mouvement ſur le centre *x* pour pouvoir correſpondre aux rayons qui viendront du miroir *A*, lorſqu'on obſervera par *derriere* : car elle doit avoir dans ce dernier cas la direction *k g*, qu'on y voit marqué ſur la *figure* 32.

269. L'alidade de cet inſtrument eſt placée par derriere ſon corps ; & les diviſions du limbe ſont gravées du même côté, quoique la figure les répréſente comme ſi elles étoient du côté de la lunette. Mais ſi l'on vouloit ſacrifier les obſervations par *derriere* (à l'exception de celles qu'on peut faire avec le miroir B qui ne vont pas au-delà de 5 ou 7 degrés en deça & au-delà du 180me degré) alors il n'y auroit aucune difficulté à mettre l'alidade du même côté des miroirs, comme à l'ordinaire ; car on pourra la faire aller & venir par deſſous la plaque qui porte la lunette.

370. Mais quant à moi, je ne voudrois jamais priver mon inſtrument de l'avantage des obſervations par derriere (240). Ce ſera aux bons Artiſtes à s'y prendre comme il faut, pour que l'axe du mouvement de l'alidade, puiſſe porter à ſon extrêmité la platine ou rondelle des deux miroirs du centre *Nn* & *mv*, ſans manquer à la fermeté que l'ouvrage demande, afin que ces miroirs ne puiſſent vaciller, ni manquer

quer d'obéir exactement au moindre mouvement de l'alidade d'un côté ou de l'autre.

371. On voit bien par la figure, que cet instrument doit devenir plus pésant & par conséquent plus fatiguant dans la manœuvre des observations, que les instruments ordinaires. Ainsi il sera à propos d'employer le pied-destal à fourchette &c. dont j'ai parlé dans le n°. 178, ci-dessus. Cependant on peut reduire de beaucoup la grandeur de l'instrument, en le faisant d'environ 12 pouces de rayon au lieu de 18, qu'il auroit selon l'échelle de la figure 32; dans ce cas, le limbe seroit terminé par le cercle de points *T g Y* de la même figure : & alors la longueur de *R* jusqu'à *M* ne seroit que de 22 pouces au lieu des 34 qui y sont représentés ; la lunette *h w* qui est d'environ 15 pouces suivant la figure, seroit alors réduite à *u w* d'environ 7 pouces & demi, ce qui est une longueur presque de moitié plus grande que celles qu'on emploie d'ordinaire comme il paroît par celle décrite dans la *Note Y.*

372. Je ne m'arrêterai pas davantage sur la description de cet instrument : quant aux autres parties qui sont communes, ou assez analogues à celles des Octants & Sextants que j'ai décrits dans ce Traité, je renvoye le Lecteur aux articles respectifs, où elles sont détaillées : ainsi je finirai par l'exposé des propriétés avantageuses qui se présentent dans la construction de cet instrument.

I. Le double Sextant diminue de moitié les incertitudes des observations, en épargnant le nombre des opérations ; c'est-à dire, en épargnant les défauts de l'ajustement, comme on l'a remarqué dans le n°. *362* & *suiv.* ci-dessus. *Voyez aussi* la *Note U.*

II. Il donnera moins de peine à l'Observateur; puisqu'il épargnera de faire l'ajustement en question.

III. Il servira à profiter des moments favorables, en donnant deux observations d'un même angle, pendant qu'on n'en pourroit pas faire plus d'une avec les instruments ordinaires.

IV. On ajustera le miroir *m v* pour les observations par derriere sans employer plus d'un objet, comme dans l'ajustement ordinaire pour les observations par devant, suivant qu'on l'a insinué dans le n°. *365*, & comme il est décrit dans le n°. *6* de la note *ee*, & dans le n°. 255.

V. On observera la vraie dépression de l'horison (suivant le n° *223*) sur le même miroir *B* qui sert pour les observations par devant ; sans tourner l'instrument, ni mouvoir la lunette *h w*. Car le rayon incident *dea* sur le miroir *m v*, venant de l'objet *derriere* l'Observateur, sera à

la diſtance *es* de 5 *pouces*, du rayon réfléchi *bxsh* : & ne pourra pas être câché ou intercepté par la tête de l'Obſervateur.

VI. On pourra obſerver par *derriere* toutes les hauteurs au-delà de 120° ſur le miroir *A* (toujours la même *fig.* 32 *Planche* 3) ; ſans tourner l'inſtrument, ni avoir d'autre peine, que de mettre la lunette *hw* dans la direction *Kg*, où on l'arrêtera par la vis qui la retenoit dans la direction *hs*

VII. Les incidences des rayons qui repréſentent les objets ſur les miroirs, ſeront plus avantageuſes, que dans la conſtruction ordinaire des Octants & Sextants : car on voit par le demi-cercle diviſé *ept*, au-deſſus de la lunette, que l'angle de réflection ſur le miroir *Nn* lorſque l'alidade ſera à 120° du limbe, ne ſera pas moindre que 15°, puiſque le plan de ce miroir paſſera alors par le *degré* 150 de ce demi-cercle ; & le rayon réfléchi paſſera par le degré 165. De même l'angle d'incidence ſur le miroir *A*, en obſervant par derriere, ſera toujours de 30 *degrés*, car il eſt fixé dans la direction du degré 30 du limbe, & eſt perpendiculaire au miroir *mv*. La graduation marquée par deſſous ce limbe dans la même figure fait voir, qu'en obſervant par derriere un angle de 120°, l'angle de cette réflection ſur le miroir *mv* ne ſera pas moindre que 30 degrés.

VIII. Enfin on pourra employer la rectification du n° 52 pour reconnoître la valeur réelle des deux arcs de 90° en avant & en arriere du *zéro* degré du limbe, auſſi bien que celle du n°. 24 pour reconnoître (par trois ſeules opérations) la valeur totale de l'arc entier de 240 degrés par un ſeul objet ; & l'autre rectification du n°. 27, pour en reconnoître chaque partie aliquote.





AVERTISSEMENT SUR LES NOTES SUIVANTES.

LA plupart de ces Notes contiennent quelques particularités que l'on a cru devoir renvoyer à la fin de l'Ouvrage, de peur qu'elles ne fissent perdre de vue aux Lecteurs l'objet principal, en interrompant le fil du discours. Il y en a cependant quelques-unes qui devroient avoir leur place dans le corps du Traité, si l'Auteur avoit eu le temps de revoir son Ouvrage en entier, avant d'en commencer l'impression. On remédiera à ce défaut dans une autre Edition, en insérant chaque article de ces dernieres à la place qui lui convient. Pour le présent, le Lecteur pourra distinguer aisément au premier coup d'œil celles des Notes qui méritent le plus d'attention. Outre cela on tâchera de rapprocher dans la Table des Articles les plus essentiels de ceux qui se trouvent épars dans les Notes.



NOTES.

NOTE A, *pour le* n°. 2.

1. IL paroît par le n° 425 des Transactions philosophiques de la Société Royale de Londres, de l'année 1732, que le Docteur Halley étoit présent aux Essais qu'on fit avec l'Octant de M. Hadley. Il n'est pas aisé de concevoir par quel motif le Docteur Halley a gardé le silence sur l'invention antérieure du Chevalier Newton, concernant le même objet. Car M. Stone dit, dans l'*Appendix* de l'Ouvrage de Bion, *sur les Instrumens de Mathématique*, pag. 268 de l'édition de Londres, faite en 1758, que le premier Octant de cette espece avoit été construit suivant les vues & les directions du Chevalier Newton, dans le temps même que le Docteur Halley alloit partir pour faire le Catalogue des Etoiles fixes dans l'Hémisphere Austral, ce qui fut environ cinquante-cinq ans avant la publication que M. Hadley fit du nouvel Octant, sans dire un seul mot du premier Inventeur. M. Stone ajoute qu'il n'y avoit pas long-temps que l'on voyoit encore dans la boutique de M. Heath, Faiseur d'instrumens de Mathématique à Londres, ce même premier Octant du Chevalier Newton.

2. Et M. le Chevalier de Bory, Chef d'Escadre des Armées Navales du Roi de France, & Membre de l'Académie Royale des Sciences de Paris, affirme positivement, dans l'Avertissement de la *Description* qu'il a publiée de ces *Instrumens* en 1751, que M. Hadley devoit cette invention à M. le Chevalieur Newton: & qu'il paroissoit par les registres de la Société Royale de Londres, qu'Elle en avoit eu connoissance en 1699 par le Chevalier Newton lui-même.

3. En effet on lit dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Berlin, année 1749, la description d'un quart-de-cercle à réflection fait en Angleterre qui se trouve à l'observatoire de Berlin, construit sur les mêmes principes que les Octants & Sextants Anglois, bien avant la publication de M. Hadley. Voici comment finis cette description, pag. 371 du Vol. ci dessus. « Le tems précis depuis lequel » il (ce quart-de-cercle) est à notre observatoire, après plusieurs recher-» ches, m'est encore inconnu; tout ce que je sçais, c'est qu'on trou-» ve dans un manuscrit de feu M. Hoffmann, ci-devant Astronome de » la Société des Sciences à Berlin, que cet instrument avoit passé de » M. Hook à nous: il est certain qu'il est travaillé en Angleterre, car » sur le limbe on lit *Whitehead fecit.* Au moins cet instrument est-il » depuis plus de trente ans à notre observatoire ».

Il faut que cet instrument ait été fait avant l'année 1702, car ce fut le 3 Mars de cette année que M. Hook mourut, comme il est dit dans le n°. 548 de l'Astronomie de M. de la Lande.

4. Il paroît donc évident 1°. que ni M. Hadley, ni ses amis n'ont pu ignorer que l'invention de cet instrument ne lui appartenoit aucunement, lorsqu'il le publia; & 2° que c'est au Chevalier Newton qu'on est redevable du meilleur instrument qu'on ait jamais connu, & qui est même l'unique sur lequel on puisse compter pour les observations sur mer.

5. Tout ce que je viens de dire est bien connu en Angleterre; mais personne n'y a osé encore changer le nom de ces instrumens, en les appellant, comme il le faudroit, *Octants* ou *Sextants de Newton.* On verra dans la *Note O* ci-dessous, combien l'esprit de frivolité qui regne dans notre siecle, est inconsequent. Quoique je traite ici un sujet serieux, je n'ai pu m'empêcher d'y badiner ceux à qui l'on doit reprocher un paradoxe pareil.

NOTE B, *pour le* n°. 2.

Ce fut par hasard que je trouvai une esquisse du second Octant de M. de Fouchy, dont il a donné la description dans les Mémoires de l'Aca-

démie Royale des Sciences de Paris, pour l'année 1740, *page* 468. Elle étoit dans le Cabinet de Physique de M. l'Abbé Bouriot, Chanoine de Bazas, connu par son goût & par ses connoissances philosophiques. Je parlerai de la méthode ingénieuse dont M. de Fouchy se servit pour subdiviser en minutes les degrés de son Instrument, dans la *Note X*.

Pour ce qui regarde le premier Quartier à réflection que M. de Fouchy inventa en 1732, on peut le voir dans le Recueil des Machines de la même Académie, publié par M. Gallon, page 79, tome VI de l'édition *in*-4°. de Paris, 1735; & dans les Mémoires de Mathématique du Pere Pezenas, rédigés à l'Observatoire de Marseille, imprimés à Avignon en 1755, *in*-4°. Partie I, page 152. On trouve aussi dans ce dernier Ouvrage la description de quelques autres instrumens, pour prendre des hauteurs sur Mer, particuliérement dans l'article troisieme de la même Partie premiere de ses Mémoires.

NOTE C, *pour le* n°. 4.

Fernando de Magalhaens, que presque toute l'Europe appelle Magellan, à cause de la difficulté de bien prononcer ce nom Portugais, découvrit, en 1520, le Détroit de l'Amérique méridionale, qui porte encore aujourd'hui son Nom. Il étoit Portugais, & de la même famille de l'Auteur de ce Mémoire, étant frere puîné de Jacques de Magalhaens, son cinquieme aïeul, comme il est prouvé par les pieces authentiques & justificatives de cette Famille. Mais ce fut au service du Roi d'Espagne que Fernando de Magalhaens fit la découverte de ce Détroit, après avoir abandonné par choix, comme l'Auteur l'a fait aussi, son pays natal, à cause de quelques désagrémens qu'il y essuya de la part des envieux de son mérite. Les Espagnols appellent le même Détroit par le nom de *Magellanes*.

NOTE D, *pour le* n°. 7.

Il est évident, que si l'on fait tourner le miroir de l'alidade, au lieu de faire tourner les miroirs horisontaux, pour avoir les différentes directions relatives à ces derniers, qui puissent être mesurées par les divisions du limbe, on obtiendra également les mêmes avantages à peu de chose près, qui font l'objet de la construction qu'on va exposer dans ce Mémoire. On a cependant jugé plus à propos de commencer par la construction qu'on vient d'indiquer dans le n°. 7; parce qu'il semble plus aisé d'en saisir les propriétés; & parce que c'est celle que l'Auteur a fait pratiquer dans les premiers instrumens nouveaux, qu'il a fait exécuter à Londres, suivant ses principes. On trouvera néanmoins dans le n°. 255 du Traité qui suit ce Mémoire, dans l'Appendix sur le *double Séxtant Nouveau* à la fin du même Traité, & dans la Note *ee* ci-dessous, un détail des avantages, qu'on peut obtenir en

faisant que le miroir de l'alidade puisse être tourné à volonté sur le centre de la même alidade.

Ce fut le 27 Mars 1772, que l'Auteur eut la premiere idée de cette nouvelle construction. Il en rendit bientôt compte à M. le Chevalier de Bory, de l'Académie Royale des Sciences de Paris, qui avoit été nommé par la même Académie, pour entretenir avec lui la correspondance : & peu de temps après il en fit part à M. Bernoulli, Astronome Royal de Prusse, qui l'annonça dans le second volume de son *Recueil pour les Astronomes*, imprimé à Berlin dans la même année 1772, où l'on lit, page 309, ces paroles :

« Il y aura un article considérable dans mon troisieme volume, exposant d'après M. Magalhaens, une idée fort heureuse, que ce Savant a eue nouvellement, & qui offre de si grands avantages.....&c ».

Mais une maladie chronique, que des applications littéraires augmentoient de plus en plus, empêcha cet habile Astronome, si digne du Nom illustre qu'il porte, de publier ce troisieme volume, que les Savans attendoient avec empressement. Et l'Auteur n'a pas voulu rendre public le détail de cette invention, avant d'être bien assuré par des instrumens construits, suivant ses principes, par différens Ouvriers, & bien éprouvés, que la pratique en étoit aisée, & s'accordoit parfaitement avec sa théorie.

NOTE E *pour le* n°. 8.

L'instrument que l'Auteur a présenté à l'Académie Royale des Sciences de Paris, consistoit dans un Octant ordinaire, auquel il avoit fait adapter l'Appareil représenté par la figure 3, dont on parlera dans *la Note* (*Q*).

Mais le premier instrument qu'on ait fait tout entier suivant cette nouvelle construction, avoit seulement les deux miroirs marqués *A* & *B* dans la *fig.* 2 & 3. M. Ramsden, habile Artiste de Londres, l'exécuta parfaitement bien. L'Auteur n'eut que le temps de le montrer à Londres, à M. le Docteur Franklin ; car étant à la veille de partir pour la Flandre, il le fit embarquer tout de suite pour la France à laquelle on le destinoit. M. Maskelyne, Astronome Royal, l'avoit également vu chez l'Artiste, entre les mains de l'Auteur ; & peut-être l'avoit-il vu plusieurs autres fois, tandis qu'on y travailloit. Cette seule circonstance suffit pour montrer la mauvaise foi des objections faites contre la construction pratique de cet instrument, tandis que l'Auteur étoit absent de Londres.

On envoya cet instrument à Brest, adressé à M. de Briqueville, Capitaine des Vaisseaux du Roi, Officier fort distingué par son mérite, & dont les talens & les connoissances ne sont point du tout équivoques ; & il ne manqua pas de remercier l'Auteur, dans la suite par une lettre fort polie, avec les éloges les plus flatteurs sur la bonté de cet instrument.

2. Le même Artiste a fait ensuite plusieurs instrumens de cette même

eſpece, dans la forme repréſentée par la figure 6, dont un fut envoyé l'année ſuivante au même M. de Briqueville, qui avoit cédé le premier à un de ſes amis; & un autre fut employé avec toute ſatisfaction, à ce qu'on a entendu dire, par le Capitaine Phips, dans ſon voyage à la Mer du Nord. Dans la ſuite, l'Auteur fit exécuter pluſieurs de ces inſtrumens par des Artiſtes qui n'en avoient jamais fait d'aucune ſorte; &, malgré cela, ils réuſſirent auſſi bien qu'on pouvoit le deſirer. Un Sextant de ces derniers eſt employé actuellement à bord d'un des vaiſſeaux du Roi.

NOTE F, *pour le* n°. 8.

Je ſuis bien éloigné de penſer que l'accueil favorable, ni même les louanges les mieux meritées & les plus flatteuſes, faſſent plus d'honneur à ceux qui en ſont l'objet, qu'à ceux qui les donnent, lorſqu'il s'agit d'une nouvelle decouverte. L'applaudiſſement ſincere marque un eſprit de probité & une ame ſenſible anx avantages qui en réſultent: & en même temps il contribue au bien général par l'encouragement qu'il donne à la pourſuite des recherches difficiles. Au lieu qu'une invention eſt bien plus ſouvent l'effet du haſard que le fruit du genie; ou tout au plus eſt-elle l'ouvrage de la patience à travailler attentivement ſur un même objet, & à l'enviſager dans une grande variété de circonſtances ou ſous une multitude de rapports. Tels étoient à peu près les réponſes du grand Newton lorſque ſes plus intimes amis lui parloient de ſes decouvertes, qui peut-être équivalent à tout ce que les autres grands hommes enſemble ont fait.

NOTE G, *pour le* n°. 9.

Tout le monde conçoit que l'agraffe à double charniere ne peut pas cauſer la moindre déviation ou dépreſſion dans le cercle ZP. On en fait uſage à préſent dans les inſtrumens les plus délicats, avec tout le ſuccès poſſible. Il y a auſſi des agraffes à couliſſe, qui produiſent parfaitement bien les mêmes effets.

NOTE H, *pour le* n°. 15.

1. Soit KnC (planche II, fig. 8) le premier plan réfléchiſſant, c'eſt-à-dire le miroir de l'alidade qui eſt mobile: & fdg le ſecond plan, ou miroir horiſontal, pour les obſervations par devant, qui eſt moitié étamé & moitié diaphane, & qu'on ſuppoſe immobile comme à l'ordinaire. Enfin ſoit h l'œil de l'Obſervateur, qui voit l'image, ou ſurface réfléchiſſante du miroir KnC répréſentée dans le petit miroir fdg. Si ces deux miroirs ſont paralleles, le rayon incident de l'objet a, fera l'angle anK, qui ſera égal à l'angle hdg. Car l'angle dnC doit être égal à l'angle anK par la loi invariable, *que l'angle de*

réflection est toujours égal à celui d'incidence. Les deux angles *dnC* & *ndf* étant alternes entre les deux paralleles *kC* & *fg*, sont pareillement égaux : enfin l'angle *hdg* est égal à *ndf*, parce qu'il est celui de la réflection du rayon *nd*, qui a été déja réfléchi dans le miroir *kC*.

2. Dans ce cas l'objet *a* sera vu en *e* par un rayon *hd*, qui sera parallele à *an* : car les angles résidus *and*, *ndh* sur les deux plans réfléchissans *kC* & *fg*, sont nécessairement égaux. Mais si l'objet *a* est à une distance infinie ; c'est-à-dire à une distance telle que la perpendiculaire *nr*, entre les rayons paralleles *an*, *dh*, n'ait aucune proportion sensible par rapport à la ligne *an* : pour lors l'image *e*, après la double réflection, tombera précisement sur le même objet *a*.

3. On verra donc l'image réfléchie de l'objet *a* sur son même objet vu par des rayons directs : ou pour mieux dire, on verra la moitié de l'image réfléchie de l'objet *a* sur la moitié étamée du miroir horisontal *fdg* ; tandis qu'on voit par des *rayons directs* (à travers la moitié diaphane du même miroir) l'autre moitié de cet objet ; pourvu 1° qu'il soit à une distance infinie à en juger par les sens, & 2° que les deux surfaces réfléchissantes, qu'on suppose planes, soient parfaitement paralleles.

4. Il est donc evident que la parfaite *coïncidence* de l'image réfléchie avec le même objet, vu par des rayons directs à une distance infinie, prouve le parallelisme des deux plans réfléchissants, ou miroirs *kC* & *fg* : de même, que le parallelisme de ces miroirs ne peut pas manquer de donner cette *coincidence*. Car cette seconde proposition est une conséquence absolue & nécessaire de l'autre ; ou pour mieux dire, n'est que la même proposition énoncée en termes différents.

5. Mais à mesure que le miroir *KnC* tournera sur l'axe *n*, soit en *avant* suivant la direction *mnP*, soit en *arriere* suivant la direction *zny*, il y renvoyera successivement sur le point *d*, les images des objets dont les rayons incidens sur *KnC* feront un angle égal à celui formé par la ligne de réflection *dn* avec ce même miroir, selon la loi invariable, *que l'angle d'incidence doit être toujours égal à celui de réflection.*

6. Ainsi si l'on met, par exemple, le miroir *KnC* dans la position *mnP*, ensorte que l'angle de réflection *Pnd* soit de 35 *degrés* ; il ne pourra envoyer dans le point *d*, que l'image de l'objet *L*, qui fait un angle pareil d'incidence *Lnm* du même nombre de degrés. Et si l'on met ce miroir dans la position *zny*, en sorte que l'angle de réflection *znd* soit de 40 *degrés* ; il ne renvoyera que l'image de l'objet *V*, qui fait un angle pareil *Vny* de 40 *degrés* d'incidence.

7. Il s'agit à présent de demontrer que l'angle entre deux objets quelconques vus par *reflection* successivement sur le miroir *KnC*, est toujours

jours double de celui formé au centre *n*, par les deux positions qu'il faut donner à ce miroir, afin de renvoyer l'image réfléchie du second objet, suivant la ligne de la même *réflection n d*.

8. Par exemple, soit la distance angulaire *a n w* (*fig. 7, Pl. II*) entre les deux objets *a w*, de 60 *degrés* : & que la ligne *n d* soit celle de la réflection du miroir de l'alidade sur le miroir horisontal : je dis, que la position requise *xm* du miroir de l'alidade pour envoyer l'image de l'objet *w* en *d*, fera un angle *x n b*, ou *mnc* de 30 *degrés* (moitié de l'angle *a n w*) avec la premiere position du même miroir, lorsqu'il envoyoit l'image de l'objet *a* dans le même point *d*.

9. Pour le prouver, soit l'angle *and* (*même fig. 7*) formé entre le rayon incident *an* & le rayon réfléchi *nd*, de 20 *degrés*. Il est évident que l'angle d'incidence *anb*, & celui de réflection *dnc* auront alors entre eux le supplément total 160 *degrés*; dont chacun aura la moitié, 80 *degrés*; car ils doivent être égaux. Or l'angle *w n a* étant de 60 *deg.* & l'angle *and* étant de 20 *degrés*, leur somme fait 80 degrés : & leur supplément 100 *deg.* sera la valeur de la somme de l'angle de son *incidence* & de celui de sa *réflection.* Ainsi il faut tourner le miroir *bnc* dans la position *x m*, pour que l'angle d'incidence *w n x* & l'angle de réflection *dnm*, ayent chacun 50 degrés.

10. Mais on vient de voir que l'angle *anb* de la premiere incidence *an* étoit de 80 *degrés*, c'est-à-dire 20 *degrés* au-delà du second rayon incident *wn* (qui fait seulement 60 *degrés* avec le premier *an*) : il est donc évident que la position *xm* du plan réfléchissant, ne doit avancer que 30 *degrés* au-delà de *bc*, pour que l'angle *w n x*, & son égal *dnm*, soient chacun de 50 *degrés* : c'est-à-dire, que l'angle formé par la seconde direction du miroir avec la premiere (pour renvoyer les images de deux objets dans un même endroit *d*) est toujours la moitié de l'angle formé par les rayons incidents de ces deux objets dans le centre, qui fait l'axe de mouvement de ce miroir; *ce qu'il falloit démontrer.*

11. On voit donc la raison pour laquelle chaque *demi-degré* du limbe des instrumens à réflection, sert à mesurer des arcs d'un *degré entier* : pourquoi les Octants, dont le limbe ne contient que 45 *degrés*, servent à mesurer des angles jusqu'à 90 *degrés*; & pourquoi les Sextants servent pour mesurer des angles jusqu'à 120 *degrés*, quoique leur limbe n'ait réellement que 60 *degrés.*

12. J'appelle l'angle *ndh* (*fig.* 8) égal à *and*, *angle instrumental*, ou *angle de l'instrument à l'horison* : & l'angle *dnr* qui est son complément, *angle instrumental du centre* : car ils dépendent entierement de la distance

respective des deux miroirs de l'instrument & de l'angle de la perpendiculaire au rayon de *vision directe* (ou *horisontale*), tirée par le centre du miroir de l'alidade.

13. Lorsqu'on trouve la coincidence des deux images du même objet, (c'est-à-dire, de l'image réfléchie avec son même objet) à une distance infinie, & que l'alidade soit dans le même temps au *zéro* degré du limbe, on dit que *l'instrument est rectifié pour observer par devant.* Mais si l'objet vu par vision directe n'est pas à une distance infinie, il y aura pour lors un petit angle parallactique, qu'il faudra corriger dans l'observation, comme on le dira ci dessous.

14. Si l'on ajoute un second miroir horisontal $\varphi s q$ (*fig.* 8) pour les observations *par derriere*, qui soit à angle droit avec le miroir *K n C* de l'alidade, on verra l'image renversée, de haut en bas, comme il arrive toujours en mettant un miroir dans la situation horisontale; parce que les rayons visuels se croisent de façon que ceux de la partie supérieure la représentent en bas, tandis que ceux de la partie inférieure la représentent en haut; ce qui est connu de tout le monde.

15. Dans ce cas l'objet *w*, dont le rayon *w n* réfléchit en *n* & delà en *s*, sortira suivant la direction *s i*: de façon que l'œil en *i* le verra réprésenté en *t*, ou uni avec l'objet *t* dans une position diametralement opposée, & dans un sens contraire à la vraie situation de l'objet *w*. Car soit l'angle d'incidence *w n k* de 60 *degrés*, l'angle *C n s* de réflection lui sera égal. Si vous tirez une ligne *s q u* par le point *s* de la seconde réflection, qui soit perpendiculaire à la ligne *K C* prolongée jusqu'à *u*; le triangle *n u s* étant rectangle par la construction, l'angle *u s n* (qui est le complément de l'autre *s n C* de 60 *deg.*) sera de 30 *degrés*. L'angle $\varphi s i$ de la seconde réflection (qui est égal à ce dernier) & l'angle opposé *t s u*, seront pareillement de 30 degrés chacun.

16. Or puisque l'angle *w n K* est de 60 *degrés*, aussi bien que l'angle *u n s*, il s'en suit que l'angle supplémental *s n w* est de 60 degrés aussi-bien que son alterne *n s t* qui est composé de deux fois 30 degrés: & par conséquent la ligne *i s t* est parallele à la ligne du rayon incident *w n*. On verra donc l'image de *w* en *t*, dans une situation opposée à celle que l'objet *w* a réellement; c'est-à-dire, on en verra l'image à l'autre bout opposé du demi-cercle, ou à 180 degrés de son vrai objet: de façon que l'angle *x n y*, ou son égal *x X t* de 90 degrés observé par derriere, sera réellement mesuré au bout opposé du demi-cercle, c'est-à-dire, par le supplément de l'angle *x n w*, ou de l'angle *L n a* observé par *devant*. Enfin si l'on y applique le même argument du n°. 9 ci-dessus de cette Note, on démontrera également que le mouvement angulaire du miroir *KnC* pour représenter l'union d'un autre objet *b* avec l'objet *t* qui se trouvera à la place de l'image *y*, diamétralement opposée à son objet *w*, ne sera que la moitié de l'angle entre les deux objets *w* & *b*.

17. Si la diſtance de l'objet t (vu en y) eſt ſenſiblement infinie, c'eſt-à-dire ſi la ligne nX, perpendiculaire entre les deux paralleles wy, it, n'a pas une proportion ſenſible pour la diſtance de l'objet t; la coincidence de l'image de w en y, qui lui ſera diamétralement oppoſée, avec un objet t, ne manquera pas d'arriver toutes les fois que le miroir KC ſera exactement à 90 *degrés* avec le miroir φsq. Lorſque cela a lieu, on dit que l'inſtrument eſt *ajuſté pour obſerver par derriere.*

18. Mais ſi l'objet t (*fig.* 8) en obſervant par *derriere*, ou l'objet e en obſervant par *devant*, ne ſont pas aſſez éloignés pour rendre inſenſible la ligne nX dans le premier cas, ou la ligne nr dans le ſecond; pour lors le miroir KC de l'alidade, ſera hors de ſa perpendicularité au miroir φq en obſervant par *derriere*, ou de ſon paralleliſme au miroir fg en obſervant par *devant*; & il formera un petit angle parallactique VnC, qui ſera plus ou moins grand, ſelon la diſtance de ces mêmes objets.

Dans un cas pareil il faudra avoir ſoin de corriger toujours cette parallaxe, en l'ajoutant aux angles obſervés, toutes les fois que l'objet vu par viſion directe ne ſera pas à une diſtance bien grande.

19. Pour reconnoître ces petits angles parallactiques, on fait premierement les ajuſtements dont j'ai parlé dans les n°. 13 & 17 de cette Note, par des objets céleſtes, ou qui ſont très-éloignés. Après cela on obſerve par *devant* la coincidence de l'objet peu diſtant, qu'on avoit obſervé *par viſion directe*, avec ſon image, remettant toujours le centre de l'inſtrument dans le même endroit, tandis qu'on fait les deux obſervations: & l'alidade montrera le petit angle parallactique, qu'on doit corriger en l'ajoutant à l'angle qu'on aura obſervé; car leur ſomme ſera la valeur de l'angle formé entre les deux objets dans le point, où étoit le centre de l'alidade.

20. Mais lorſqu'on veut obſerver par *derriere* un angle entre deux objets A & B peu éloignés (*fig.* 48, *Pl. III*); ajuſtez votre inſtrument comme à l'ordinaire par des objets céleſtes, ou très-éloignés: & ayant fait votre obſervation, voici comme on peut trouver l'angle parallactique qu'il y faut corriger. Faites une marque ou prenez un objet C, qui ſoit oppoſé à celui que vous avez obſervé par *viſion directe*, & que je ſuppoſe avoir été l'objet A. Obſervez la coincidence de A & C, ayant ſoin de mettre le centre du miroir de l'alidade dans le même endroit de la premiere obſervation, & de prendre l'objet A par viſion directe. Tournez l'inſtrument avec le limbe en haut, & le centre en bas, mais avec le centre dans le même endroit qu'auparavant: & obſervez de nouveau la coincidence de C & A, prenant toujours ce dernier A, par *viſion directe.* Prenez la moitié de la ſomme de ces deux angles:

& la différence qu'il y aura pour 180 *degrés*, fera la valeur de l'angle parallactique, qui doit être ajouté à l'angle obfervé *A n B*.

21. Si la marque ou objet *C* étoit à une diftance égale à celle de l'objet *A*, relativement au centre de l'inftrument, il n'importe pas lequel des deux objets *A* ou *C*, eft celui qu'on prend par vifion directe; pourvu que le centre de l'inftrument foit dans le même endroit des deux obfervations, & que les deux angles foient pris dans un même plan. On peut mettre l'inftrument fur une Table, & le tourner horifontalement fur le même point du centre, pour prendre dans les deux obfervations tout le contour du cercle, ou 360 degrés.

22. S'il eft poffible de voir quelqu'autre objet *D* bien éloigné, pour l'obferver du même endroit, où l'on a pris la diftance angulaire entre *A* & *B*, on en prendra l'angle deux fois, favoir entre *A* & *D*, l'une avec *A* par *vifion directe*, & l'autre par *réflection*, mais fans que le centre de l'inftrument change de place & feulement en tournant l'inftrument fens-deffus-deffous. La différence entre ces deux obfervations, montrera l'angle parallactique, qu'on ajoutera à l'angle obfervé entre *A* & *B*, mefuré de l'endroit où étoit le centre de l'inftrument.

23. Enfin fi un feul de deux objets n'eft pas affez éloigné, il n'y a qu'à prendre l'autre, qui l'eft affez, par vifion directe, & celui qui eft le plus proche par réflection, foit qu'on obferve par *devant* ou par *derriere*; & alors l'angle mefuré n'aura pas befoin de cette correction.

24. De même, fi au lieu d'ajufter l'inftrument par un objet bien éloigné, on l'ajufte par celui qui doit être obfervé par vifion directe, & qu'alors on obferve du même endroit fa diftance angulaire entre lui & un autre objet quelconque, il n'y aura non plus aucune correction parallactique à faire dans les obfervations par *devant*, ou par *derriere*.

25. On voit par la *fig.* 8 *planche II*, que les différentes diftances fenfibles de l'objet *e* ou *t* doivent être comme les Cotangentes des angles parallactiques dont je viens de parler dans les n°. 13 & 17 de cette Note. Par conféquant, fi la perpendiculaire *n r*, ou *nX*, eft connue bien exactement, on pourra aifément reconnoître alors la vraie diftance de chacun des objets peu éloignés qui en font la caufe. Il ne fera donc pas difficile de faire, fuivant ces principes, un inftrument qui fera très-fimple & pas trop volumineux, propre à mefurer la diftance des inacceffibles, qui ne feront pas fort éloignés de l'Obfervateur. Je donnerai l'idée de cet inftrument nouveau dans la *Note* II *ci-deffous*.

26. Plus la diftance des deux miroirs *KC* & *fg* fera grande, ou pour mieux dire, plus la ligne *n r*, finus de *l'angle inftrumental à l'horifon*,

sera grande, plus les différentes distances des objets éloignés seront sensibles. Car si l'on observe la *fig.* 30 *planche I*, on verra que plus le cosinus *en* de l'angle instrumental au centre *pne* sera grand, plus les angles parallactiques *bnc* & *cnd*, ou leurs opposés *rnm*, *mna*, seront sensibles, & par conséquent plus leurs Cotangentes *ct*, *dh*, pourront être déterminées avec précision. *Voyez le n°. 3 de la Note* II *ci-dessous.*

Note J, *pour le* n°. 15.

1. Il n'est point douteux qu'on peut voir distinctement une image réfléchie par un miroir plan, sous un angle de dix degrés (& même de cinq) d'incidence. Qui pourroit en douter, n'a qu'à en faire l'expérience. Or, si l'on ôte le double de cet angle, c'est-à-dire 20 d. (ou même 10 d.) de 180 degrés de la surface réfléchissante, & qu'on donne seulement 10 degrés à l'angle instrumental, le reste sera de 150 degrés, ou même de 160 degrés, si les angles d'incidence & de réflection ne font ensemble que 10 degrés. Ainsi il est évident qu'on pourra observer par devant 160 degrés, & même plus, selon ma méthode, pourvu qu'on donne à l'instrument la construction qui sera convenable pour cet effet.

2. La seule différence dans ce dernier cas, sera que les deux réflections seront faites vers le bord inférieur *C* du miroir *Kn C* (*voyez la fig.* 8) & vers le bord supérieur *f* du miroir *fdg*, *lorsqu'on ajuste ou qu'on rectifie l'instrument.* En général, selon que la distance entre les deux miroirs sera plus grande, & que l'angle instrumental à l'*horison* dont j'ai parlé dans la Note précédente, sera plus petit (ce qui dépend de la position que l'Artiste donnera aux deux miroirs) mieux on pourra tirer avantage de cette méthode.

Note K, *pour le* n°. 18.

1. Il est de la derniere évidence, que si le miroir horisontal *B* est parallele au miroir *N*, non-seulement lorsque l'alidade est à quatrevingt-dix degrés, ou à cent vingt du limbe ; mais aussi lorsqu'on la ramene à *zéro* du même limbe ; & que le miroir *N* soit perpendiculaire au plan de l'instrument, comme on le suppose toujours, & comme il est aisé de s'en assurer assez souvent par les méthodes connues de tous les Curieux (*voyez* les N°s 148 & *suivans*, & la Note *ee*) ; alors le mouvement commun des deux miroirs *B* & *A* ne peut pas manquer d'être fait dans un plan parfaitement parallele au plan du mouvement du miroir *N* de l'alidade, c'est-à-dire à celui de l'instrument : car si ces deux plans n'étoient pas paralleles, leur intersection seroit une ligne droite ; & il n'y auroit que deux seules positions éloignées de cent quatre-vingt degrés l'une de l'autre, & non pas de quarante-cinq ou soixante degrés, comme dans le cas en question, où l'on trouveroit la coincidence des deux images.

2. Il eſt également de la plus grande évidence, que ſi le miroir N, (*voyez fig.* 4) eſt parallele au miroir B, en regardant par la pinule K; & qu'on les trouve encore paralleles, lorſqu'on regarde par la pinule H, & que B eſt en I; pour lors les axes *A* & *N* du mouvement de ces deux miroirs doivent être auſſi paralleles.

3. A préſent ſuppoſons que les plans de ces deux miroirs paralleles ne ſont pas perpendiculaires au plan de l'inſtrument; mais dans le même temps que la hauteur de la pinule *K* ſoit égale à la hauteur de la partie étamée du miroir *B*, comme elle doit l'être; & que l'Obſervateur ait ſoin de voir l'image de l'objet réfléchie dans le miroir *N* à une hauteur égale, ſoit en la prenant près de la ligne qui ſépare la partie étamée de ce miroir de l'autre partie qui eſt noircie, ſoit qu'il ait fait exprès une marque ſur cette ſurface, pour ſe guider dans ſon obſervation, ce que tout Obſervateur curieux doit avoir ſoin de prévenir. Dans ce cas, dis-je, il ne ſera pas poſſible de voir la parfaite coincidence des deux images, une par viſion directe, & l'autre par des rayons réfléchis ſur les deux miroirs.

4. Car il y aura quatre points fixes *K B N G* qui ſont également diſtans, ſelon la ſuppoſition, du plan de l'inſtrument, par trois deſquels doit paſſer à la fois le plan de viſion directe & de viſion réfléchie: & comme les plans réfléchiſſants ſont inclinés (par la ſuppoſition) au plan de l'inſtrument, les rayons qui ſeront réfléchis dans les deux miroirs *NB* à des hauteurs égales du plan de l'inſtrument, feront un angle double de l'inclinaiſon de ces plans avec celui qui eſt perpendiculaire à leurs axes, comme tout le monde le conçoit; & par conſéquent ils ne pourront pas tomber dans le troiſiéme point de la pinule G également diſtant: mais ſi, par un défaut d'exactitude de l'Obſervateur, il y trouvoit la coincidence, il ne manqueroit pas de voir double ce défaut d'exactitude, lorſqu'il regarderoit par la pinule *K*, qui eſt du moins deux fois plus éloignée de *B*, que *G* ne l'eſt de *I*.

5. On ſera donc forcé d'avouer, que cette nouvelle conſtruction des Octants & Sextants à réflection, porte avec elle-même la rectification de l'inſtrument, non-ſeulement à l'égard de la perpendicularité des deux axes (de l'alidade & des miroirs horiſontaux), mais auſſi à l'égard de la perpendicularité de ces miroirs au plan de l'inſtrument, pourvu que l'Obſervateur veuille y prêter l'attention néceſſaire pour bien faire ces obſervations.

NOTE L, *pour le* nº. 21.

Comme j'ai cru que mon invention étoit conſidérablement ſupérieure à celle de M. Dollond par les raiſons que j'ai données dans les nº. 22 & 23 de ce Mémoire, je n'ai pas manqué de lui en parler le même jour,

que je l'avois imaginée, qui fut le 27 Mars 1772. Je lui dis ce que je pensois sur l'avantage de mes principes; & j'ajoutai que s'il croyoit que la publication de mes idées sur cet objet lui causât quelque préjudice, à cause de la dépense qu'il avoit faite pour obtenir son privilege (ce qui ordinairement monte à près de cent guinées), je lui offrois mon invention sans aucun autre intérêt que le plaisir de le voir uni avec son beau-frere, pour l'entreprise de la Manufacture de ces instrumens: cette circonstance étant la seule condition que j'exigeois de lui, s'il acceptoit mon offre. M. Dollond me remercia poliment de cette attention: & peu de jours après il me dit y avoir pensé; mais qu'il avoit des raisons pour ne pas se prévaloir de mon offre obligeante. C'est un fait dont j'ai cru nécessaire d'instruire le Lecteur, pour qu'il sache que je ne publie point cette invention, dans la vue de faire tort à qui que ce soit.

NOTE M, *pour le* n°. 23.

Quelqu'un eut l'imprudence de dire que ma nouvelle construction étoit à-peu-près la même chose que celle de M. Dollond, dont j'ai parlé dans le n°. 21 de ce Mémoire. Il faut avoir une envie bien extraordinaire de chicaner, pour trouver des identités pareilles. Je m'en rapporte sur ce sujet, au jugement du Public.

NOTE N, *pour le* n°. 26.

On a fait une objection des plus extraordinaires contre la solution de ce Problême. On dit que les Observateurs ne peuvent répondre qu'à une minute près, de l'exactitude de chaque observation avec les Octants & Sextants marins; mais je suis persuadé que les bons Marins sont convaincus du contraire. Alors, par une supposition gratuite, on veut que toutes ces méprises tombent d'un côté, sans qu'il y ait la moindre compensation; & de-là on conclut avec une mauvaise foi évidente, qu'il peut y avoir une méprise totale de *seize* minutes dans la résolution de ce Problême, à cause d'autant d'observations qui sont requises pour vérifier un Octant. Cette logique n'est pas recevable, puisqu'elle est fondée uniquement sur une fausseté. Car, selon la solution du Problême, n°. 24, on doit diviser la somme des erreurs qu'on trouvera au bout de toutes les opérations, par *huit* dans les Octants; & le quotient sera l'erreur de division. Or, le quotient de seize par huit n'est que deux, & non pas seize; & ce n'est ni plus ni moins que la même quantité, que cet Observateur doit avoir dans chaque observation qu'il fera, même sans résoudre ce Problême; car, par l'assertion on suppose que l'Observateur peut se méprendre d'une minute, chaque fois qu'il observe: ainsi, une minute d'erreur, lorsqu'il ajustera son instrument, & une minute lorsqu'il observera quelque angle, sont les deux mêmes minutes qu'il auroit trouvées par sa maladresse à résoudre le Problême.

NOTE O, *pour le* n°. 28.

1. Je conserve l'ancien nom de *Nonius* à cette piece, que Messieurs les Petits-Maîtres de la Littérature instrumentale commencerent à appeller *Vernier* depuis peu d'années, avec un succès pareil à celui des coëffures de femme qui, malgré tout le ridicule d'une nouveauté inutile & gênante, ne manquent pas d'être imitées dans la suite par quelques femmes de bon sens, de peur d'être marquées au coin du mauvais goût.

2. C'est avec une vraie joie que je recommande à ces Messieurs un autre nom bien plus joli pour la même piece, savoir celui de *Clavius*. La prononciation en est si agréable, qu'il ne manquera pas de faire fortune parmi tous les Astronomes & *Instrumentistes* du bon ton.

3. Mon garant pour cette nouveauté, est le Pere Pezenas, dans le chapitre III, page 83 de son *Astronomie des Marins*, imprimée à Avignon en 1766, *in*-8°. où il observe que son confrere le Pere Clavius avoit déja parlé de cette division du *Nonius*, vingt ans avant Pierre Vernier. Il est remarquable que le même Auteur conserve, après cette anecdote, le même nom de *Nonius*. C'est apparemment qu'il n'a pas plus de bon goût que moi. J'en suis bien fâché pour tous les deux.

NOTE P, *pour le* n°. 30.

1. Supposons que le miroir horisontal *A*, au lieu d'être tourné jusqu'à la position qu'il doit avoir, moyennant la coincidence de l'image réfléchie avec son objet, suivant ma méthode, fût simplement tourné dans son centre, moyennant un index, ou queue, qui tiendroit à l'axe de son mouvement, & qu'il tournât sur un arc de 90 *degrés*, qu'on y auroit tracé pour cet effet : je dis que si le vrai centre du mouvement de la queue de ce miroir horisontal ne coincide pas exactement avec le point du vrai centre dont on a tracé l'arc de 90 *degrés*, pour le porter d'une extrémité de cet arc à l'autre extrémité dans son ajustement, toute l'erreur de cette excentricité fera changer la valeur réelle de cet arc ; de façon que si la longueur de cette queue n'est que de quatre pouces, un seul centieme de pouce dans l'excentricité de son axe produira une erreur de treize minutes & demie dans son angle qui vaudront 27 minutes dans l'observation.

2. En voici le calcul ordinaire pour ceux qui ne connoissent pas celui des logarithmes. Si le diametre est de huit pouces, la périphérie aura 25,14285714 pouces, suivant la proportion de 7 pour 22 : la quatrieme partie de cette périphérie sera 6,285714285 pouces : & si le rayon est de 4,01 pouces, la circonférence sera de 25,20571428 pouces, dont la quatrieme partie est 6,301428571 pouces ; la différence

de ces deux quarts de cercle est ,01571428*6* de pouce : or la minute n'occupe dans le premier cas que ,0011*6*402 de pouce : ainsi, en divisant la différence ,0157142*86* par cette valeur ,0011*6*402, on trouvera 13,5 minutes : qui étant doubles par la propriété de l'instrument (*note* H, n°. 11 ci-dessus) monteront à 27 *minutes* en chaque observation. Se trouveroit-il quelqu'un qui puisse répondre de la coincidence du centre du mouvement du miroir horisontal à un centieme de pouce près, avec le vrai centre de l'arc de quatrevingt-dix degrés, que l'Artiste doit marquer dans le plan de son instrument ?

NOTE Q, *pour le* n°. 32.

J'ai fait faire chez un des meilleurs Artistes de Londres un appareil ou machine, comme celle représentée par la (*fig.* 3, *pl. I*) & je l'ai ajouté à un Octant ordinaire, pour résoudre les Problêmes de ce Mémoire. Il a si bien réussi, que c'est d'après cet instrument que les Commissaires de l'Académie Royale des Sciences de Paris ont rendu le jugement dont j'ai parlé au commencement de ce Mémoire, n°. 8. Ce même appareil se trouve actuellement dans le Cabinet des Instrumens de Mathématique & de Physique expérimentale de l'Université de Louvain, dont est Directeur M. l'Abbé Thisbaert, Professeur de la même Université, fort distingué par ses talens, actuellement Doyen du Chapitre de Saint Jacques, & Recteur du College Royal de Louvain. Je suis bien persuadé que ce Savant saura tirer avantage de cet instrument, étant fort habile lui-même, & sachant unir très adroitement les connoissances théoriques avec la pratique.

NOTE R, *pour le* n°. 34.

Lorsque j'avance qu'on résout ce Problême par une *simple* opération, cela est relatif au Problême II, qui en effet en contient deux. On ne peut pas accuser cette expression de fausseté, à cause des différentes actions qu'elle renferme, si l'on a quelque connoissance de la propriété des termes. Une action & une opération simple sont deux expressions tout-à-fait différentes. La derniere peut avoir plusieurs des premieres, sans rien perdre de sa simplicité. Par exemple, une opération arithmétique renferme plusieurs actions physiques & intellectuelles ; & cependant elle n'est qu'une seule opération.

NOTE S, *pour le* n°. 38.

Une personne a prétendu s'approprier le Sextant de la *figure* 6, comme de son invention, après que je lui eus communiqué & expli-

qué les principes de ma construction. Comme il avoue la communication antérieure que je lui en ai faite, je regarde sa prétention comme une preuve de l'excellence de ma nouvelle construction : d'autant plus que chacun voit que celle de cet instrument ne differe en rien essentiellement de celles exprimées par les *figures* 4 & 5 : & que s'il y a une différence, c'est seulement dans la position de l'axe des miroirs horisontaux, qui est tant soit peu plus du côté intérieur de l'instrument. Ainsi il me paroît inutile d'en dire davantage sur ce sujet que le Public est en état de juger.

NOTE T, *pour le* n°. 43.

1. Supposons que l'arc du Sextant soit réellement de 59 degrés, au lieu de 60 ; dans ce cas, en y observant un angle qu'on suppose de 120 deg. on n'aura en effet pris qu'un angle de 118 degrés. Nommons ceux-ci *angles réels*, & les autres *angles supposés*. On voit par le Problême VII, que pour avoir la coincidence de deux objets opposés de 180 degrés *réels*, il faut mettre l'alidade à 60 degrés du limbe de ces Sextants ; car on a déja les 120 degrés dans l'angle formé par les deux miroirs *AB*. Mais, dans le cas présent, nous avons seulement *cent dix-huit* degrés *réels* entre ces miroirs. Ainsi il faudra mener l'alidade à 62 degrés *réels*, au lieu de 60, selon ce Problême. Or les degrés de ce limbe ayant une minute de moins chacun, il est clair que pour avoir 62 *degrés réels* dans ce limbe, il faut prendre 63 degrés *supposés* & deux minutes.

2. A présent on vient d'observer, suivant ce Problême, un angle de 120 degrés *supposés*, qui vaut seulement 118° *réels*. Pour trouver cet angle, en observant par derriere, il faut mener l'alidade autant de degrés *réels* au-dela de l'endroit du limbe où elle seroit à 180 degrés *réels*, comme est le supplément de ces *cent dix-huit degrés* : d'ailleurs on sait que l'ordre des chiffres pour les observations par derriere, est rétrograde de celui qui sert pour les observations par devant. Or, le supplément de 118 degrés *réels* est 62 degrés *réels*, qui, par la supposition du défaut de la division du limbe, y correspondent à 63 degrés *supposés* & deux minutes. Ainsi il faudra mettre l'alidade à deux fois 63 degrés *supposés* & deux minutes du limbe : les premiers pour avoir le miroir de l'alidade à 180° en observant par derriere : & les seconds pour trouver le même angle qu'on a observé par devant : c'est-à-dire il faudra amener l'alidade à 126 degrés *supposés* & quatre minutes au-delà du zéro dans le rang supérieur des chiffres, pour trouver l'angle de cent dix-huit degrés qu'on avoit observé par devant, croyant qu'il étoit de cent vingt degrés ; mais on voit par la disposition des chiffres dans les deux rangs qui y sont gravés, que les cent vingt-six degrés quatre minutes du rang supérieur correspondent à cent treize degrés 56 minutes du rang inférieur.

3. Il est donc évident, qu'en observant par devant & par derriere, un

angle qui eſt marqué 120 degrés *ſuppoſés* ſur un limbe, mais qui en effet n'eſt que de 59 degrés au lieu de 60 degrés de longueur, on trouvera une différence à-peu-près ſix fois plus grande que l'erreur réelle du limbe; & la même choſe arrivera lorſque l'erreur eſt en plus; car ſi l'on ſuppoſe que les ſoixante degrés du limbe valent réellement ſoixante-un degrés, on trouvera également par un raiſonnement pareil, que la coïncidence des deux images dans l'obſervation par derriere, ne ſe fera qu'au cent quatorzieme degré quatre minutes du rang ſupérieur des diviſions; ce qui correſpond au cent vingt-cinquieme degré cinquante-ſix minutes du rang inférieur.

4. Lors même qu'il n'y auroit aucune erreur dans la longueur de l'axe de l'inſtrument, mais qu'il y auroit une mépriſe dans la poſition des nombres, mettant, par exemple, cent vingt-un au lieu de cent vingt degrés &c. ou que l'Obſervateur ſe méprendroit d'ailleurs dans l'ajuſtement ou rectification préparatoire de l'inſtrument, en prenant un degré de plus ou de moins qu'il ne lui en faudroit: dans ce cas même, il trouverroit ſa mépriſe, en faiſant cette épreuve, comme on peut le voir par ſoi-même; car on trouvera alors une quantité double de la mépriſe réelle qu'on aura faite.

5. La raiſon de cette variété procéde de ce que les deux angles obſervés par devant & par derriere, ſont pris aux extrêmités oppoſées du demi-cerle, comme il paroît par le n°. 16 de la Note H. Ainſi, chaque mépriſe en plus ou en moins, doit donner deux ſurplus ou deux défauts dans la partie ſupérieure, où les bouts de ces angles ſe croiſent; ce qui arrive dans le cas qu'on vient de conſidérer. Mais lorſqu'il y a quelque erreur dans la vraie grandeur de l'arc de l'inſtrument, elle devient double, parce que les degrés du limbe valent pour deux degrés chacun: elle devient quadruple, à cauſe de la mépriſe dans la numération mentionnée de ce dernier cas; & outre cela, elle devient encore preſque deux fois plus grande, à cauſe de l'augmentation ou diminution qu'elle cauſe dans les deux rangs de chiffres, qui effectivement marquent les degrés plus ou moins grands qu'ils ne ſont.

NOTE U, *pour les* n°s 48 & 365.

Suppoſons que l'angle $\varphi\lambda\vartheta$ (*voyez fig.* 4, *pl.I*) occupé par le miroir *B* ſoit de 20 degrés; & que l'angle $\delta\varphi\lambda$ occupé par le corps du petit miroir *A* ſoit auſſi de 20 degrés: ces deux angles avec celui d'incidence feront la ſomme de 60°: leur ſupplément pour 180 ſera 120°: & ce feront les angles qu'on pourra obſerver avec le Sextant dans cette diſpoſition, en comptant le 0 degré ſur le 120 degré du limbe, & ainſi de ſuite dans l'ordre rétrograde des chiffres du rang ſupérieur, qui y ſont gravés. *Voyez le* n°. 368.

Des inſtrumens pareils à ceux des figures 1, 2, 4, & même ceux de la figure 5, pourront être employés de la ſorte; mais peut-être

l'Observateur ne trouvera t'il pas cette position de l'instrument aussi aisée que celle des observations ordinaires.

Je donne dans l'Appendix de ce Traité la description d'un instrument, où je combine la maniere ordinaire des observations par *devant* avec celles-ci, sans avoir besoin de tourner ou renverser l'instrument.

Cette méthode a l'avantage d'épargner la rectificaion préparatoire du n°. 180 & suivants : ce qui fait réduire de moitié les défauts de l'Observateur : car en prenant le même angle deux fois, c'est-à-dire, d'un côté & de l'autre du vrai *zero* de l'instrument, on connoit sur quel degré il tombe, sans observer la coincidence de l'image avec son objet. On a alors deux observations du même angle dont on prend la moyenne, & on évite les défauts qui pourroient se glisser dans l'ajustement preparatoire du n°. 180 & suivans. *Voyez le* n°. 365 *& suiv.*

NOTE V, *pour les* nos 164 & 165.

1. Il n'est pas aisé de trouver une situation aussi avantageuse que doit être celle que cette opération demande. Il y a peut-être des Provinces entieres où l'on chercheroit en vain un pareil endroit pour bien rectifier l'instrument. Ainsi il vaudra infiniment mieux y suppléer par art, en choisissant une plaine où l'on placera des piquets autant éloignés qu'on pourra, qui formeront comme un demi cercle autour de l'endroit qu'on aura choisi pour en observer les angles.

2. Car on verra par la *Note H.* & particuliérement par le n°. 24 de la même Note, qu'en ajustant le miroir horisontal par l'objet qu'on prendra par vision directe dans quelqu'observation par *devant* ou par *derriere*, on ne manquera pas de mesurer les distances angulaires avec précision. Or si l'on met chaque piquet à quelque distance de l'endroit où l'on posera le centre de l'instrument, il n'y aura d'autre peine que de faire un seul ajustement, qui servira pour prendre chacun des autres angles ; dans ce cas on les comparera tous successivement avec le premier, ce qui sera le plus aisé à faire.

3. Mais si l'on veut s'épargner encore la peine d'aller examiner l'instrument dans une plaine, & d'y poser ce nombre de piquets ; il suffira de faire cette opération dans une grande enceinte, ou emplacement d'édifices. On ajustera l'instrument par l'objet de vision directe, auquel on voudra rapporter les autres objets par réflection, ayant l'instrument avec le centre immobile sur une table : autrement s'il faudra le changer de place, ou prendre un autre objet de vision directe ; il sera alors nécessaire de répéter l'ajustement.

4. Lorsque vous aurez reconnu tous les angles qu'on peut observer par *devant*, mettez votre instrument à zero degré : prenez un objet par

vision directe dans le miroir *A* des observations par *derriere* : & voyez quel est l'objet par réflection qui coincide avec lui ; tournez l'instrument sens-sus-dessous, avec la partie postérieure en haut & les miroirs en bas : mais conservant toujours le centre de l'alidade dans le même endroit, & le plan de l'instrument étant dans le même plan qu'auparavant. Cherchez la coincidence de ces deux objets opposés, en mouvant l'alidade. La moitié de l'arc marqué dans le limbe (entre cette observation & la premiere) vous donnera la quantité parallactique résultante du peu de distance de l'objet de vision directe, comme on l'a dit dans le n°. 20 *& suiv.* de la *Note H.*

5. Ainsi vous n'avez qu'à mettre l'alidade à la moitié de cette différence, & l'objet que vous verrez par réflection en coincidence avec le premier, lui sera diametralement opposé en ligne droite laquelle passera par le centre de l'instrument. A-présent vous n'aurez qu'à examiner en observant par *derriere* les angles donnés par les divisions de votre limbe entre chaque objet, que vous continuerez de prendre jusqu'à rencontrer celui qui étoit à 90 degrés en observant par *devant*, qui doit se trouver au même angle dans les deux observations (n°. 52) si le limbe est bien divisé, & que l'Observateur ne manque pas de s'y prendre adroitement, sans changer aucunement la position du centre de son instrument.

6. Lorsque vous aurez formé une Table des angles donnés par votre instrument à réflection entre ces objets, vous n'aurez qu'à prendre ces mêmes angles avec un bon *Théodolite*, ou avec un bon Quart-de-cercle, qui ne soit pas à réflection, dont le centre soit posé précisément dans le même endroit où avoit été le centre de l'Octant ou Sextant à réflection. A mesure que vous observerez de nouveau les mêmes angles, vous mettrez la différence que vous y trouverez dans la liste des premieres observations vis-à-vis de chacune : & cela vous donnera la vraie valeur pour chaque division de votre Octant ou Sextant.

7. On voit bien que par cette méthode un instrument quelconque à *réflection* même quand il seroit très-mal divisé, & qu'il auroit de fort mauvais miroirs, peut être d'un aussi bon service, & aussi utile dans la pratique avec un peu d'industrie & de patience, que s'il étoit le plus parfait.

8. A présent si l'on demande comment s'assurer de la bonté du *Théodolite*, ou du Quart de-cercle qui doit être employé pour déterminer la vraie valeur ci-dessus, je ne m'arrêterai pas ici à donner les méthodes que les Auteurs indiquent pour cela, & qu'il faudra consulter dans un cas pareil ; je dirai seulement que les essais de pratique sont toujours les plus sûrs. Si l'on prend les trois angles à peu près de 60° chacun, formés par trois objets bien distincts & terminés, assez distants

l'un de l'autre ; & qu'on trouve leur somme égale à deux angles droits, on pourra juger que l'arc de 60° de l'instrument est exact. Mais pour les autres divisions il faudroit mesurer en toises une grande base sur quelque plaine; & connoître la distance perpendiculaire de l'instrument à cette base. Cette mesure & le calcul des angles entre les points ou marques de cette base, ne sont pas des opérations bien difficiles, ni qui demandent les efforts d'un génie au-dessus du commun.

Note W, *pour les* nos 76 & 79.

1. Les divisions du *Nonius* sont pratiquées en différentes manieres, selon que les circonstances le demandent. Lorsqu'on veut avoir l'ordre des nombres de la droite à la gauche, comme il arrive dans les instruments à *réflection*, qui ont les chiffres du limbe dans cet ordre, on les dispose comme on l'a expliqué dans le n°. 76 & *suivants* : & alors les nombres *du Nonius* paroissent, comme il suit :

20. 15. 10. 5. 0.

Mais les Artistes arrangent souvent ces nombres dans une espece de bigarrure symmétrique, quoiqu'embarrassante pour les Marins nouveaux, comme il suit :

10. 5. 0. 15. 10.

2. Ceux-ci sont généralement les nombres usités dans les instruments d'un rayon assez grand, dont chaque degré du limbe est subdivisé en 3 parties, de 20' chacune. Si chaque degré étoit seulement divisé en deux moitiés, alors les nombres du *Nonius* iroient jusqu'à 30 pour avoir des minutes. Et si les degrés du limbe n'étoient pas subdivisés du tout, alors le *Nonius* devroit aller jusqu'à 60 pour des minutes.

3. Si l'on veut que les nombres du *Nonius* aillent dans le sens contraire de l'ordre des nombres du limbe : par exemple si les degrés du limbe alloient à la gauche comme il arrive dans les instrumens en question & qu'on voulût avoir ceux du *Nonius* allant à la droite, alors on feroit les 20 divisions du *Nonius* égales à 21 du limbe : & elles paroîtroient comme il suit.

0. 5. 10. 15. 20.
ou
10. 15. 0. 5. 10.

4. Mais quelle que soit la forme ou l'arrangement des nombres du *Nonius*, il n'est pas aisé de s'y méprendre, lorsqu'on prend garde à l'ordre que les nombres suivent relativement à son *zero*.

5. Cependant lorsqu'on observe par *derriere*, & qu'il n'y a pas un

ſecond rang de nombres, deſtinés comme dans la *fig.* 12 pour ces obſervations; alors on prend l'ordre de ces nombres à rebours de ceux gravés pour les obſervations de devant : c'eſt-à-dire qu'on prend dans un cas pareil, la différence du nombre marqué pour le total de la valeur du *Nonius.* Si le Nonius eſt par exemple de 20′, & qu'on y trouve marquée la minute *huitieme*, il faudra compter 12 *minutes* lorſqu'on obſerve par derriere.

6. Cependant la méthode la moins expoſée à des mépriſes, eſt de compter les *degrés* & *minutes*, lorſqu'on obſerve *par derriere*, comme ſi c'étoit une obſervation par devant : & en deduiſant cette ſomme de 180 *degrés*, le ſupplement qui reſte, ſera la valeur de l'angle obſervé. Par exemple, ſuppoſons qu'en obſervant par derriere, on trouve l'alidade avec le *zero* de ſon *Nonius* un peu au-delà de la premiere diviſion (tiers de degré) après le degré 36 du limbe, & qu'en examinant la coincidence entre les diviſions du *Nonius* & celles du limbe, on la trouve dans la 17me diviſion du Nonius, dans ce cas, l'angle donné par l'inſtrument feroit 36 degrés & 37 minutes, s'il étoit obſervé par *devant*, ſelon le n°. 78 de ce Traité. Mais cette obſervation étant faite par *derriere*, alors ſa valeur ne ſera que le ſupplément de cet angle pour 180 degrés : ainſi en ôtant 36 degrés 37 minutes de 180 degrés, le reſte 143 degrés 23 minutes ſera la valeur de l'angle donné par l'inſtrument.

7. Suppoſons à préſent que les degrés du limbe ſoient diviſés en moitiés; & qu'obſervant un angle par *derriere*, on trouve le *zero* du *nonius* de l'alidade un peu au-delà de la premiere moitié après le degré 54 du limbe, enſorte que la coincidence des diviſions du *Nonius* avec celles du limbe, ſe trouve à la 22me du même *Nonius*; dans ce cas, l'angle montré par l'inſtrument ſeroit 54 degrés 52 minutes, ſelon le n°. 78 en cas qu'on eut obſervé par *devant.* Mais cet angle étant obſervé par *derriere*, ſon ſupplément pour 180 degrés, ſavoir 125 degrés 8 minutes ſera l'angle réellement montré par l'inſtrument. De même 21° 18′ obſervant par *devant*, valent 158° 42′ lorſque l'obſervation eſt faite par *derriere.* 1° 43′ par devant, valent 178° 17′ par *derriere*, &c.

8. Mais on doit compter différemment lorſqu'on veut faire uſage des diviſions de *l'arc d'excès*, c'eſt-à-dire qui ſont au-delà du *zero degré* du limbe, vers l'extrémité *M*, *fig.* 10; car on doit compter à rebours ce que le *Nonius* exprime, quoiqu'on obſerve par *devant* : par exemple, lorſque le *zero* du *Nonius* ordinaire eſt avant le 0° du limbe vers *M*, & qu'on trouve ſa 15me diviſion en coincidence avec celle du limbe, cela ne vaut que 5 minutes, ſi le *Nonius* eſt de 20 diviſions; ou 15 minutes, ſi le *Nonius* étoit de 30 minutes. Lorſque la coincidence ſe fait à la 4me diviſion du *Nonius*, & que le zero ſe trouve avant la 3me diviſion d'un limbe ordinaire vers *M*, cela vaut 56′ : & ſi le *zero* du Nonius ſe trouve

après le premier degré du limbe en comptant vers *M*, & que la coincidence tombe dans la 8[me] division du Nonius, on compte alors 1 *degré* 12 *minutes*, &c.

9. Enfin c'est en comptant à rebours les divisions du *Nonius*, c'est-à-dire en prenant le supplément du nombre de la coincidence qu'il exprime, à son nombre total, qu'on connoit la valeur des minutes, toutes les fois qu'on en fait usage dans un sens opposé à celui dans lequel il est appliqué à l'instrument, comme on vient de le voir; car 5′ est le complément de 15′ pour les 20′ qui est la valeur totale du Nonius; dans le second cas, 16′ est le complément de 4′ pour la même valeur, qui joints aux deux tiers de degré (à 40′) font 56′ &c.

10. Je n'ai parlé que des *Nonius* qui marquent des *minutes* entieres; parce qu'ils sont ceux qu'on employe communément dans ces instrumens. Cependant on en fait quelquefois, qui marquent plus de *minutes* à la fois, ou seulement un certain nombre de *secondes* pour chaque division. Voici la regle générale pour connoître la valeur de chaque division d'un *Nonius* quelconque. Examinez quelle est la valeur de chacune des divisions, ou subdivisions du limbe, sur lesquelles rase le *Nonius* : divisez la quantité de *minutes*, ou de *secondes* de cette valeur, par le nombre des divisions de ce *Nonius*, & le quotient vous montrera ce que vaut chacune des divisions du Nonius : supposons que chaque division du limbe vaut 30′, & que le *Nonius* a 15 divisions, le quotient 2 vous montre que chacune vaudra 2′ : si le Nonius a 10 divisions, chacune vaut 3′ : s'il a 6 divisions, chacune vaut 5′ &c. Au contraire si chaque degré du limbe est divisé en 5 parties, chacune vaudra 12′, ou 720″. Ainsi lorsque le Nonius aura 24 divisions, chacune vaudra 30″ parce que 720″ divisé par 24 donne 30″ (un demi degré) dans le quotient. S'il a 36 divisions, chacune vaut 20″. S'il a 48 divisions, chacune vaudra 15″ &c.

11. Mais lorsque les divisions du *Nonius* servent à subdiviser un espace fort petit dans un grand nombre de parties, il est fort difficile de l'exécuter en sorte qu'il n'y ait pas plus d'une division qui coincide à la fois avec celles du limbe : ce qui rend douteux le nombre qu'on doit compter, & qui en effet est un grand défaut. Car toute la perfection & la bonté d'un *Nonius* consistent à marquer bien distinctemenr une seule coincidence de ses divisions avec une autre du limbe, à moins que son *zero* ne tombe pas sur quelqu'une des divisions du limbe; parce que dans ce cas il y aura aussi une autre coincidence à l'autre extrêmité du nonius : ce qui fait voir que l'angle mesuré par l'alidade contient en nombres entiers les *degrés* ou les *minutes* marqués sur le limbe.

NOTE X;

NOTE X., *pour le* n°. 2, ou partie de la Note *B*.

1. La ſubdiviſion que M. de Fouchy a appliquée à ſon Octant marin, eſt décrite dans les Mémoires de l'*Acad. Royale* des Sciences de Paris pour 1740 pag. 480. Elle mérite d'être miſe plus à la portée de la connoiſſance des Marins & de pluſieurs autres Obſervateurs, qui n'ont pas la facilité de conſulter cette collection; car on peut l'employer fort avantageuſement dans pluſieurs inſtrumens. En voici la ſubſtance.

2. Soit une éguille placée ſur l'alidade *RV* depuis *W* (*fig.* 46, *pl. III*) juſqu'à *n*, & qui ſoit mobile ſur le centre *W*. La figure répréſente cette alidade raccourcie, auſſi bien que l'éguille *Vn*. Cette éguille a une ouverture ronde avec un cheveu tendu dans le milieu, qui coupe l'arc des diviſions du limbe. Il y a un reſſort en *x*, qui la pouſſe vers une vis *z*: on pourra même y ajouter une loupe fixe ſur l'éguille, vis-à-vis le cheveu, pour mieux diſtinguer la diviſion du limbe, & pour éviter la parallaxe viſuelle. L'eſpace que la pointe *n* parcourt, tandis que le cheveu tendu paſſe d'une diviſion à l'autre dans le limbe, eſt diviſé en 20 parties, dont chacune eſt preſqu'auſſi grande que le tiers entier de chaque degré, car la pointe de l'éguille eſt éloignée des diviſions du limbe 20 fois plus que ſon centre de mouvement.

3. Lorſqu'on fera l'ajuſtement de l'inſtrument, on mettra la pointe *n* de l'éguille ſur le *zero* de ſon petit arc *an*, moyennant la vis *z*: dans cet état le cheveu de l'éguille doit correſpondre au 0° du limbe. Après avoir fait quelque obſervation, on regardera ſi le cheveu tendu ſur les diviſions, en couvre exactement quelqu'une. S'il y tombe réellement, le nombre indiqué dans le limbe ſera l'angle obſervé. Mais ſi le cheveu en eſt à quelque diſtance, on tournera la vis *z* juſqu'à ce qu'il tombe exactement ſur la diviſion précédente: & alors la pointe *n* de l'éguille indiquera les *minutes*, qu'il faut ajouter de plus, pour avoir la valeur de l'angle obſervé.

4. L'erreur de cette ſubdiviſion ne peut pas aller à une *ſeconde* dans les inſtrumens ordinaires, ſelon le calcul que M. Jeaurat de l'Académie Royale des Sciences m'a communiqué là-deſſus, & que voici. Soit dans la *figure* 28 *planche I*,

La longueur de l'alidade *ac*, ou *ae* = 25,000	on aura alors	*be* =	1,011
L'index de la ſubdiviſion *bd*, ou *bf* = 20,000		*ga* =	24,999
La diſtance *bc*. . . . . = 1,000		*ge* =	0,145
Alors *ba* ſera. . . . . = 26,000		*cg* =	0,001
On ſuppoſe l'arc *ce* de 20 *minutes*.		*bg* =	1,001

L'angle *fbd* ſera = 8° 16′ 2″

A préſent ſi l'on diviſe l'arc *fd* en 20 parties égales, chaque rayon tiré de *b* aux points de ces diviſions, coupera dans l'arc *ce*, les portions qu'on voit exprimées dans la Table ſuivante.

Nomb. des parties de l'arc *df.*	Nomb. des parties de l'arc *ce.*	Différences.	Nomb. des parties de l'arc *fd.*	Nomb. des parties de l'arc *ce.*	Différences.
1	0′. 59″,5		11	10′. 56″, 2	59″,9
2	1. 59, 0	59″,	12	11. 56, 1	59,9
3	2. 58, 6	59,6	13	12. 56, 1	60,0
4	3. 58, 2	59,6	14	13. 56, 3	60,2
5	4. 57, 8	59,6	15	14. 56, 6	60,3
6	5. 57, 4	59,6	16	15. 57, 0	60,4
7	6. 57, 1	59,7	17	16. 57, 6	60,6
8	7. 56, 8	59,7	18	07. 58, 3	60,7
9	8. 56, 5	59,7	19	18. 59, 1	60,8
10	9. 56, 3	59,8	20	20. 0, 0	60,9

NOTE Y, *pour le* °. 120, *page* 35.

Je donnerai ici les dimensions d'une lunette, que j'ai employée dans un de mes Sextants nouveaux, qui produit un excellent effet. L'objectif est achromatique à double verre. Son foyer est d'environ 3 pouces & demi, mesure de France. Son ouverture, est de 5 lignes. Le tuyau des oculaires qui renverse les objets, contient deux verres ; le premier qui est du côté de l'objectif, est convexo-convexe, & il a 16 lignes de foyer. Le second oculaire, qui est le plus proche de l'œil de l'Observateur n'a que 9 lignes de foyer, il est plan-convexe, avec la surface plane du côté de l'œil. La distance entre ces deux oculaires est de 12 lignes & demie : & la longueur totale de cette lunette, lorsqu'on l'employe avec les oculaires convexes n'est que d'environ 4 pouces & demi. Dans cette disposition elle est fort distincte, & tranche très-bien les objets. Lorsqu'on employe l'oculaire concave dont elle est garnie dans un tube séparé, alors la longueur totale de cette lunette se réduit presqu'à 3 pouces, les objets sont dans ce cas redressés dans leur position naturelle ; mais on les voit bien moins tranchés & pas si distincts qu'avec les oculaires convexes.

NOTE Z, *pour le* n°. 154.

En effet, s'il arrive quelqu'accident sur mer qui dérange le limbe d'un instrument de la construction ordinaire, soit qu'il plie par quelque chûte, ou que le bois se courbe par les vicissitudes de l'humidité & de la sécheresse, il n'y aura pas de remede pour tirer aucun parti de cet instrument dans les observations. Cependant si l'instrument est de la nouvelle construction ; alors en employant le *Problême* 3 pour déterminer la valeur totale du limbe, & le *Problême* 4 pour reconnoître ses divisions, on pourra encore en faire usage moyenant la Table qu'on fera des valeurs trouvées pour chaque portion du limbe &c., comme il est dit dans le n°. 28 du Mémoire.

Note *aa*, pour le n°. 158.

M. Hadley a donné la méthode pour connoître les erreurs causées par le défaut du parallelisme entre l'axe de la lunette & le plan de l'instrument ; comme on le voit par l'application qu'il fait de son corollaire cinquieme, dans le n°. 425 des Transf. Philosoph. de Londres : & qu'on peut voir aisément à la pag. 142 de *l'Abrégé des Transact. Philosoph. de Londres*, par Eames & Martin, *vol. 6*. Il n'est donc pas vrai de dire dans le vol. *62* pag. 102 des mêmes Transactions, que M. Hadley n'avoit point connu du tout l'importance de ce parallelisme, & que par cette raison il n'avoit donné aucune méthode pour rendre l'axe de la lunette parallele au plan de l'instrument. Voici cette assertion dans l'original..... *and M. Hadley, not having been aware of the importance of an exact position of it* (l'axe de la lunette), *has accordingly given no directions for the placingit. I shall therefore endeavour to supply this defect inthe following remarks &c.* Il faut être fort aveuglé par le désir de se faire valoir aux dépens des autres & de la vérité, lorsqu'on ose s'énoncer en cette maniere au public. *Voyez la conclusion de la Note suivante* bb.

Note *bb*, pour le n°. 193.

La Table IV de M. le Chev. de Borda pour la *correction des déviations* est construite par cette analogie ; *le sinus total est au sinus de la moité de l'angle marqué par l'instrument, comme le cosinus de la déviation est au sinus de la moitié de la vraie distance des deux astres.* En voici sa démonstration. Soit la *fig.* 42 *Planche III*, dans laquelle *z* est le miroir horisontal ; *n* celui de l'alidade ; *bec* le plan de l'instrument *a* & *d* les deux astres, dont les images coincident : *aeb* l'angle de déviation de l'astre *a* hors du plan de l'instrument. On ne peut pas douter que la déviation de l'astre *d* doit être égale à celle de *a* : car l'objet *d* étant réprésenté en union avec *a*, montre que les rayons réfléchis qui le représentent, ont la même direction que ceux de l'objet *a* : or les miroirs sont paralleles l'un à l'autre par supposition ; donc les rayons de *d* avoient la même direction avant la réflection ; & par conséquent la même déviation que le rayon *ea*. A présent soient les deux arcs Sphériques bah' & cdh' perpendiculaires au plan de l'instrument *bec*, qui concourent dans le pole h'. L'arc *bc* sera celui marqué par l'instrument, qui mesure l'angle h', & l'arc *ad* sera la vraie distance des deux objets (que j'appelle *h*) dont la déviation du plan *bea*, est mesurée par l'arc $ba = cd$. Il s'agit de connoître la différence entre l'arc *bc*, & l'arc *ad*.

Maintenant le triangle isocele $ah'd$ donne cette analogie *sin. total* : *sin.* $\frac{1}{2}$h' : : *sin. dh* (= cosinus *bea*) : sinus $\frac{1}{2}$ *ad* (= $\frac{1}{2}$h) : c'est-à-dire, 1 : sin. $\frac{1}{2}$ h' : : cos. *bea* : sin. $\frac{1}{2}$ *h* ; ce qui est l'analogie ci-dessus. Ainsi, lorsque

que, par exemple, l'angle de *déviation* bea est de 1° : & l'angle observé par l'instrument ($=h'$) est 170°, on aura *sinus total* ($=1$) : pour $\frac{1}{2}h'$ ($=\frac{1}{2}170° = 85$) :: comme *sinus* 89 (complément de la déviation $bea = 1°$) : *sin.* $\frac{1}{2}ad$ ($=\frac{1}{2}h$).

Sin. $\frac{1}{2}h'$ = sin. 85°	9.9983442
Cosin. bea ($=1°$) = sin. 89°	9.9999338
	9.9982780
Cette somme donne par les Tables des sinus ...	84° 54′ 4″, 5
Dont le double	169° 48 9
Etant retranché de l'angle observé	170° 0 0
Donne pour l'erreur de déviation	0 11′ 51″

Si l'on suppose l'angle observé de 180°, on aura alors *sin. total* : *sin.* 90° (moitié de 180) :: sin. 89° : sin. $\frac{1}{2}cd$, c'est-à-dire, la moitié de cd sera 89°; car 1 : 1 :: 89 : 89. Donc .... cd = 178°.0
qui étant retranchés de .... bc — 180°.0
on aura pour erreur de la déviation .... 002°.0′

On ne sera pas fâché de trouver ici le même objet traité d'une autre maniere, qui m'a été communiquée par M. Bézout de l'Académie Royale des Sciences de Paris, dont j'ai eu occasion de parler souvent dans ce Traité.

Soit a e c, (fig. 43, Pl. 3) *la hauteur de l'Astre* a, *au-dessus de l'horison* c d. *On observe cette hauteur avec un instrument dont le rayon visuel* e a *fait avec le plan* b e d *de l'instrument, un angle connu de déviation* a e b. *On demande le rapport du mouvement* b e d *de l'alidade, à la hauteur vraie* a e c : *c'est-à-dire, le rapport de la hauteur marquée sur l'instrument, à la hauteur véritable.*

Du point a concevez la perpendiculaire ab sur le plan de l'instrument : & la perpendiculaire ac sur le plan horisontal. Des points b & c, menez bd & cd paralleles à ac & ab : enfin tirez be de & ce.

En représentant le *rayon* des Tables par 1 :
le triangle rectangle abe donne .... $ae : be :: 1 : \text{cos.}\, aeb$.
Le triangle rectangle bde donne .... $be : bd$ (ou ac) :: 1 : sin. bed.
D'où l'on conclut .... $ae : ac :: 1 : \text{sin.}\, bed \times \text{cos.}\, aeb$.
Mais le triangle rectangle ace donne .... $ae : ac :: 1 : \text{sin.}\, aec$.
Donc .... $1 : \text{sin.}\, aec :: 1 : \text{sin.}\, bed \times \text{cos.}\, aeb$.
Donc .... $\text{sin.}\, aec = \text{sin.}\, bed \times \text{cos.}\, aeb$.
D'où l'on tire .... $\text{sin.}\, bed : \text{sin.}\, aec :: 1 : \text{cos.}\, aeb$.

Ainsi en connoissant la déviation quelconque aeb du rayon visuel, & la hauteur bed marquée par l'instrument, on pourra trouver facilement la hauteur vraie aec.

Quant aux instruments à réflection, tels que les *Sextants*, *Octants* &c, il faut concevoir que aec est la moitié de la hauteur de l'astre. Alors aec est le mouvement, qu'il faudroit donner à l'alidade, pour amener l'astre à l'horison, lorsque le rayon visuel est parallèle au plan de l'instrument; mais si le rayon visuel a une déviation, il faudra écarter le plan de l'instrument & le placer dans un autre vertical bed, faisant avec ae un angle aeb, égal à la déviation. Alors (en supposant la perpendiculaire ab) l'angle bed sera le mouvement qu'il faudra donner à l'alidade pour ramener l'astre à l'horison, & le rendre visible dans la lunette, en supposant qu'il y en ait une, ou autrement à l'œil suivant la direction du rayon visuel ea.

Dans ce cas, comme dans le préced. on aura. $\text{sin.}\, bed : \text{sin.}\, aec :: 1 : \text{cos.}\, aeb$.
Mais l'angle aec sera la moitié de la hauteur vraie: & l'angle bed la moitié de la hauteur estimée par l'instrument. Donc si on appelle h la hauteur vraie; & h' la hauteur conclue de l'instrument, on aura... $\text{sin.}\, \frac{1}{2} h' : \text{sin.}\, \frac{1}{2} h :: 1 : \text{cos.}\, aeb$.
ou....... $1 : \text{sin.}\, \frac{1}{2} h' :: \text{cos.}\, aeb : \text{sin.}\, \frac{1}{2} h$.

Analogie qui est absolument la même que celle de M. le Chevalier de Borda, que nous avons donnée ci-dessus au commencement de cette *Note*.

Si la déviation est fort petite, l'angle h différera très-peu de l'angle h'; en sorte que si l'on représente par dh leur différence $h'-h$; c'est-à-dire, si on suppose $h'-h = dh$, ou $h = h' - dh$.
on aura...... $\text{sin.}\, \frac{1}{2} h' : \text{sin.}\, \frac{1}{2}(h' - dh) :: 1 : \text{cos.}\, aeb$.

Mais on sait par la Trigonométrie, que le *sinus* de la différence $p-q$ de deux angles p & q, a toujours la valeur suivante............ $\text{sin.}(p-q) = \text{sin.}\, p \times \text{cos.}\, q - \text{sin.}\, q \times \text{cos.}\, p$.
& si l'angle q est fort petit, on peut sans erreur sensible supposer $\text{cos.}\, q$ égal à 1: ce qui donne.......... $\text{sin.}(p-q) = \text{sin.}\, p - \text{sin.}\, q \times \text{cos.}\, p$.
par conséquent on aura de même. $\text{sin.}\, \frac{1}{2}(h' - dh) = \text{sin.}\, \frac{1}{2} h' - \text{sin.}\, \frac{1}{2} dh\, \text{cos.}\, \frac{1}{2} h'$.
notre proportion deviendra donc. $\text{sin.}\, \frac{1}{2} h' : \text{sin.}\, \frac{1}{2} h' - \frac{1}{2} dh' \text{cos.}\, \frac{1}{2} h' :: 1 : \text{cos.}\, aeb$.
d'où l'on tire......... $\text{sin.}\, \frac{1}{2} h' \times \text{cos.}\, aeb = \text{sin.}\, \frac{1}{2} h' - \frac{1}{2} dh' \times \text{cos.}\, \frac{1}{2} h'$.
ou...... $\frac{1}{2} dh\, \text{cos.}\, \frac{1}{2} h' = \text{sin.}\, \frac{1}{2} h' - \text{sin.}\, \frac{1}{2} h'\, \text{cos.}\, aeb = \text{sin.}\, \frac{1}{2} h' (1 - \text{cos.}\, aeb)$.

Et par conséquent $\frac{1}{2}dh = \frac{\text{fin.}\frac{1}{2}h'}{\text{cof.}\frac{1}{2}h'} \times (1 - \text{cof.}aeb) = \text{tang.}\frac{1}{2}h' (1 - \text{cof.}aeb.)$

ou autrement $dh = \frac{2\,\text{fin.}\frac{1}{2}h'}{\text{cof.}\frac{1}{2}h'} \times (1 - \text{cof.}aeb) = 2\,\text{tang.}\frac{1}{2}h' \times \text{fin. verf.}\,aeb.$

parce que $\frac{fin.}{cofin} = tang.$: & que. . . . . $1 - cof. = fin.\,verf.$

D'ailleurs, puifque. . $1 - \text{cof.}\,aeb = 2\,\text{fin.}^2 (\frac{1}{2}\,aeb) = 2 \times \frac{1}{4}(aeb)^2$.
(à caufe de la petiteffe de l'angle aeb), $= \frac{1}{2}(aeb)^2$.

Donc. . . . . $\frac{1}{2}dh = \frac{1}{2}\overline{aeb}^2 \times \text{tang.}\frac{1}{2}h'$.

Donc auffi. . . . . $dh = \overline{aeb}^2 \times \text{tang.}\frac{1}{2}h'$.

Et c'eft la proportion d'aproximation que feu Don Jorge Juan a donné en 1757, dans la page 158 de fon *Compendio de Navigacion*, imprimé à Cadix *in*-4°.

Si l'on prend la valeur ci-deffus $dh = 2\,\text{tang.}\frac{1}{2}h' \times fin.\,verf.\,aeb.$
on aura cette proportion. . . $dh : 2\,\text{fin. verf.}\,aeb :: \text{tang.}\frac{1}{2}h' : 1$.

Ce qui eft la proportion déduite de la même analogie ci-deffus, donnée par un moderne dans les Tranfactions Philofophiques, vol. 62 pag. 102, quinze ans après que feu Don Jorge Juan avoit publié la fienne : & ce qui eft encore plus fort 41 ans après que M. Hadley avoit donné lui même dans fon 5me corollaire (*Voyez* l'Abrégé des mêmes Tranfactions Philofoph. pag. 140 & 142, cité dans la Note précédente) le rapport de ces erreurs caufées par la *déviation* dont il s'agit, & que le même moderne affirme, peu de lignes auparavant, n'avoir point été connues au même M. Hadley ; comme on l'a remarqué dans la Note précédente *aa*.

NOTE *cc*, pour les n°s 202, 204, 266 & 270.

1. La Réfraction fait paroître les Aftres plus élevés qu'ils ne le font réellement, lorfqu'on en obferve la hauteur : au contraire la Parallaxe les fait paroître moins élevés qu'ils ne le font. Ainfi la réfraction eft toujours *fouftractive*, lorfque la parallaxe eft *additive* : & fi par quelque circonftance dans la maniere de prendre la hauteur d'un aftre, on trouve que la parallaxe eft *fouftractive*, alors la réfraction devient *additive*. Nous allons voir fur quoi font fondées ces deux corrections, & les différentes circonftances dans lefquelles il faut les *ajouter* ou les *retrancher* des angles obfervés.

2. Soit la *fig.* 47 *planche* 3, dans laquelle *A C N* repréfente le globe de la Terre, *g x i t* l'atmofphère qui l'environne, *v a q p* l'orbite de la Lune, *h u n z o* le firmament, où l'on fuppofe les étoiles fixes, *b* l'Ob-

ſervateur à la ſurface de la Terre, & *s* une étoile quelconque, dont il faut obſerver l'angle de hauteur *sbo* ſur l'horiſon ſenſible *ubwo*.

3. Tout le monde ſçait que les rayons de lumiere paſſent en ligne droite à travers de l'air, ou d'un autre corps tranſparent dont la denſité ſoit homogene, c'eſt-à-dire parfaitement uniforme; mais s'ils en rencontrent un autre plus épais dans leur chemin, qui leur ſoit oppoſé obliquement, alors ils ſe détournent, ou, ſelon l'expreſſion générale, ils ſe *refrangent*, & ſuivent une autre direction. C'eſt pourquoi un bâton, mis dans l'eau obliquement aux rayons viſuels, paroît rompu: & une taſſe bien pleine d'eau laiſſe voir ce qui eſt au fond, à une diſtance, où le même œil n'y voit rien s'il n'y a pas d'eau.

4. Ainſi les rayons qui viennent de l'Aſtre *s* en tombant obliquement ſur l'Athmoſphere *gxit* qui environne le globe de la terre juſqu'à une certaine hauteur, ſe detournent de leur chemin en y entrant: de façon que le rayon *sb* en arrivant en *i* ſe rompra; & au lieu d'aller juſqu'à *b*, il tombera en *vv*: & ce ſera le rayon *sx* au lieu de *si*, qui par la réfraction en *x* viendra juſqu'à *b*. Par conſéquent l'œil *b* ne verra pas l'Aſtre en *s* où il eſt réellement; mais en *r* où il paroîtra être; parce qu'il ſera vu par le rayon *bx* dans la direction *bxr*. Ainſi lorſqu'on obſerve par *devant* un angle de hauteur ſur l'horiſon, il en faut retrancher le petit angle *rbs* cauſé par la réfraction, pour avoir le vrai angle de hauteur *sbo*.

5. Au contraire ſi l'on obſerve par *derriere* l'angle *rbu*, il faut *ajouter* l'angle de réfraction *rbs* pour avoir le vrai angle *sbu* entre l'aſtre *s* & la partie oppoſée *u* de l'horiſon. Cette réfraction eſt celle qui correſponde dans la Table III au ſupplement *rbo* de l'angle obſervé *rbu*.

6. Mais il faut obſerver que ſi l'angle obſervé par *devant* eſt au-delà de 90° comme il arrive quelquefois en obſervant la hauteur d'un Aſtre avec un Sextant, & le comparant avec la partie oppoſée de l'horiſon, qui eſt oppoſée à celle qui lui eſt la plus voiſine, mais qui ſe trouve couverte par quelque brouillard; dans un tel cas la correction de la réfraction doit être *additive*, comme dans les obſervations par *derriere* du n°. précédent. Par exemple ſi l'angle *rbu* obſervé par devant avec un Sextant, eſt de 120°; on doit lui *ajouter* l'angle de réfraction *rbs*, qui eſt aſſigné dans la Table III pour l'angle de 60°, qui en eſt le ſupplément.

7. De même ſi l'on obſerve par *derriere* un angle moindre de 90°, par exemple l'angle *rbo* de 60°, on doit alors en *retrancher* le petit angle de réfraction *rbs*, comme dans les obſervations par devant du n° 4 ci-deſſus.

8. Pour ce qui regarde la *Parallaxe*, elle dépend de la poſition de

l'Obſervateur à l'égard du centre de la Terre, & de la diſtance de l'aſtre. Soit l'Obſervateur *b* (même *figure* 47, *pl. III.*) qui veut obſerver l'angle de hauteur *abu* entre l'Aſtre *a* & l'horiſon ſenſible *u*. Il eſt évident que le vrai angle, formé au centre *C* de la Terre *bCm* eſt l'angle *uCn* par lequel l'Aſtre *a* ſeroit vu de *C* par la ligne *Can*: il faudra donc *ajouter* dans un cas pareil le petit angle parallactique *ebn* obſervé par *devant* ou par *derriere*, pour avoir le vrai angle de hauteur *ubu*. Cet angle *nbe* eſt égal à l'angle au centre *nCu* à cauſe des paralleles *ubo* & *hgcd*, dont la premiere répréſente l'horiſon ſenſible, & la ſeconde l'horiſon *rationel* ou *mathématique*, qui paſſe par le centre de la Terre.

9. En appliquant les mêmes raiſons ci-deſſus à la correction de la Parallaxe, on verra aiſément qu'elle doit être *ſouſtractive* toutes les fois qu'on obſervera ſoit par *devant*, ſoit par *derriere*, les angles de hauteur au-delà de 90°, car toutes les fois qu'on obſervera l'angle *ebo* il y aura toujours le petit angle parallactique *eCn* (ou *ebn* qui lui eſt égale, à cauſe de la diſtance infinie reſpectivement au demi-diamètre *Cb* de la Terre) qu'il faudra retrancher de l'angle obſervé *ebo*: & cette parallaxe ſera exactement la même de ſon ſupplément *ebu*, mais dans un ſens contraire étant *ſouſtractive*, au lieu que dans l'obſervation de l'angle *ebu* elle doit être *additive*.

10. Il eſt aiſé de concevoir 1°. par la ſimple inſpection de la même *fig.* 47 que la parallaxe au zénith *z* doit être nulle : car la même ligne du centre de la terre *Cz* paſſe alors par l'Obſervateur *b* & par l'Aſtre *q*. 2°. Que la Parallaxe horiſontale des même Aſtres doit être la plus grande; car l'angle *lvu* eſt plus grand que l'angle *ean* & que tout autre juſqu'à *z* où il s'évanouit : & 3° que la même choſe doit arriver quant à la réfraction, qui devient également *nulle* au zénith, & devient la plus grande lorſque l'aſtre ſe trouve à l'horiſon.

11. Enfin on verra auſſi par la même figure que ſi l'Aſtre ſe trouve à une diſtance ſenſiblement infinie de la Terre : il ne doit avoir aucune parallaxe. Car ſi l'on ſuppoſe le cercle *dhz* du firmament à une diſtance infinie ſuivant nos ſens, alors le demi-diamètre de la Terre *bc* n'aura point de rapport ſenſible pour la diſtance des Aſtres qui s'y trouvent : de façon que les lignes *Cn* & *bn* feront ſenſiblement paralleles : & l'Obſervateur placé en *b* ou en *C*, verra également le même angle *nCh*. Mais il n'en eſt pas de même à l'égard de la Réfraction : car comme elle dépend de la denſité de notre atmoſphère, tous les rayons, qui y paſſent, doivent être également affectés, ſoit que les Aſtres d'où ils viennent ſe trouvent à une diſtance infinie, comme les Etoiles; ſoit qu'ils ſe trouvent peu éloignés, comme la Lune.

12 Je finirai cette Note par avertir que la correction de la Réfraction

tion & celle de la parallaxe, n'affectent point les angles de distance entre les Astres d'une maniere aussi aisée à calculer que dans les observations de hauteur. On verra dans les nos 318 & 319 une méthode de M. le Chevalier de Borda, pour faire cette correction dans les distances observées entre la *Lune* & le *Soleil*, ou entre la *Lune* & les *Etoiles*, afin d'en déduire la Longitude sur mer. Mais il y a encore d'autres méthodes pour faire la même correction comme je le dirai dans le n°. 296, où j'indiquerai quelques livres qui les fournissent.

NOTE *dd*, pour le n°. 198.

Soit *mnq* (*fig.* 34, *pl.* 3) la surface du globe de la terre dont *C* est le centre, & *dnV* l'horison sensible, qui est parallele à l'horison rationel *mcq*. Si l'œil de l'Observateur se trouve en *n*, & qu'il observe l'angle de hauteur *wnV* (égale à *wxz*) de l'Etoile *w*; cet angle sera égal à l'angle qu'il verroit du centre *c*, parce que l'horison sensible *dnV* est parallele à l'horison rationel *mcq*; & d'ailleurs, *w* étant à une distance infinie par rapport à *cn*, le rayon visuel *nw* devient parallele au rayon *cw*. Mais si l'œil de l'Observateur se trouve en *e*, alors l'horison sensible sera *erts*, & par conséquent en comparant l'astre *w* à cet horison, il trouvera que l'angle de hauteur est augmenté de l'angle *Vrt* égal à *zet*, formé par la dépression de l'horison *erts* au-dessous de l'horison sensible *dnv*; car *nu* est parallele à *ew*; & par conséquent ce sera dans ce cas l'arc *zp* qui mesurera l'augmentation de l'angle de hauteur, causée par la dépression de cet horison, lorsque l'œil de l'Observateur se trouve en *e*.

NOTE *ee*, pour les nos 153 & 154.

1. Une regle d'environ 7 à 8 pouces de longueur, & 8 ou 10 lignes de largeur, mais dont les côtés soient bien droits & bien paralleles l'un à l'autre, peut également servir pour rendre perpendiculaire le miroir de l'alidade au plan de l'instrument. Il suffit de mettre cette regle sur le plan du limbe, avec sa longueur perpendiculaire au miroir de l'alidade: alors si son image réfléchie est en ligne droite avec la régle, cela montrera que le miroir est perpendiculaire au plan de l'instrument. S'il ne l'est pas, on l'y mettra moyennant les vis qu'on a indiquées n°. 152. Cette méthode a les mêmes inconvénients, dont je viens de parler dans le n°. 153: tout au plus elle ne peut que suppléer aux deux pieces réprésentées par les figures 26 & 27 *.

2. Mais la construction insinuée dans la Note *D*, qui dans le fond n'est que la même qui fait l'objet du Mémoire qui précede ce Traité, fournit une méthode beaucoup plus sûre. Soit le miroir *Nn*. (*Pl.* 2, *figure* 10)

monté sur une platine, qui puisse tourner dans le centre de l'alidade, & qu'il y ait une vis à côté de celle marquée G, pour fixer cette platine dans le sens qu'on voudra, sans qu'elle fasse plier aucunement la platine en question, ce qui dérangeroit la perpendicularité du miroir : pour cet effet cette vis devroit être mise dans la ligne qui passe le long du plan du miroir *Nn*. Cette construction étant supposée, voici comme on fait ces deux ajustements ou rectifications.

3. Mettez l'alidade vers le bout *R* du limbe : posez la piece à coulisse de la *fig.* 26, sur cette extrémité du même limbe. Lachez la vis qui retient la platine du miroir *Nn* : tournez-le jusqu'à ce qu'en regardant par le trou *z* de la coulisse vous puissiez voir son image dans le miroir. Mettez l'autre piece de la *fig.* 27* entre les deux, ayant bien ajusté le cheveu à la hauteur du milieu du trou *z* de l'autre piece (151) : & faites l'ajustement comme on l'a dit dans le n°. 152. Au lieu de ces deux coulisses, on peut employer la régle dont je viens de parler au commencement de cette Note, & cela rendra encore plus simple l'opération.

4. Si l'on répete la même opération sur l'autre bout *M* du limbe, & qu'on trouve que le cheveu coupe exactement en deux l'image du trou de la piece 27* : ou autrement, si en employant la regle ci-dessus, son image dans le miroir *Nn*, paroît faire une seule en ligne droite avec la même regle ; celà montrera évidemment, que l'axe de l'alidade est parfaitement perpendiculaire au plan de l'instrument, & que le mouvement de l'alidade est bien parallele au même plan.

5. Je viens d'apprendre avec beaucoup de plaisir par M. de la Lande de l'Académie Royale des Sciences de Paris, qu'on a déja adopté en Hollande cette méthode de rendre le miroir de l'alidade mobile pour l'ajustement ci-dessus. M. Ferguson déja cité (n°. 298 sur la *Rotule des Réfractions & Parallaxes*), que j'estime beaucoup par son savoir & pour son caractere personnel, a eu aussi l'idée de rendre mobile le miroir de l'alidade : & il m'a assuré n'avoir rien sçu de mon invention dans le tems où cette idée l'occupoit. En effet il ne l'appliquoit pas à résoudre aucun des Problêmes du Mémoire qui précede ce Traité.

6. Pour tirer le plus grand parti possible de cette construction, suivant que je l'ai déja insinué dans la Note *D*, on doit disposer la platine qui porte le miroir *Nn* suivant mes principes ; c'est-à-dire, en sorte qu'elle puisse être arrêtée sur l'alidade ou sur le plan de l'instrument alternativement, selon qu'il sera nécessaire pour les opérations qu'on se propose. En voici le détail, qui d'ailleurs servira pour l'intelligence du *double Sextant nouveau*, dont je donne les proprietés dans l'*Appendix* de ce Traité. Soit le miroir *m V* (*fig.* 32 *planche* 3) fixé sur la

platine ronde *ND*, qui peut tourner dans le centre de l'alidade dans lequel est fixé l'autre miroir *Nn*. Cette platine doit être assujettie par dessous l'autre qui porte ce dernier miroir *Nn*, & tourne dans le centre commun *a* qui est aussi celui de l'alidade. La vis *z* sert à attacher la platine N D à celle du centre de l'alidade; & par conséquent en desserrant la vis *r*, le miroir *mV* aura le même mouvement de l'alidade. Au contraire en desserrant la vis *z* & serrant la vis *r*, le même miroir *mV* restera attaché au corps de l'instrument, sans que le mouvement de l'alidade puisse lui causer aucun dérangement.

7. On a vu dans les n°. 255 & 256, comment on résout le *Problême second* n°. 19 par cette construction; en supposant que le miroir de l'alidade de l'Octant ordinaire de la *fig.* 10 *planche seconde* fût disposé suivant ce méchanisme. Ponr résoudre le *Problême premier*, n° 14, il ne s'agira que de mettre le miroir *Nn*, *fig.* 11, parallele au miroir *B* : on l'arrêtera par la vis *r*; & desserrant la vis *z*, on menera l'alidade aux 50 degrés du limbe. On attache alors le miroir à l'alidade, par la vis *z*; & on desserre l'autre vis *r*. On ramene l'alidade au *zero degré* du limbe, & on rend le miroir *A* parallele à celui de l'alidade, par la méthode connue de la coincidence de l'image réfléchie avec son objet.

8. On remettra ensuite le miroir de l'alidade à son parallelisme avec le miroir *B*; & on pourra observer par *devant* sur ce même miroir *B*, les angles depuis *zero* jusqu'à 90 *degrés*, & sur le miroir *A* les autres angles au-delà de 90 degrés. Mais alors il faudra avoir une autre pinnule au-dessus de *H*, pour y voir l'image réfléchie de l'objet.

9. Enfin on pourra résoudre aussi, avec un tel instrument, le Problême 3me du n°. 24; car en répétant encore trois fois l'opération du n°. 7 & 8 de cette Note, le miroir de l'alidade doit avoir fait tout le tour de 360 degrés. Si à la fin de la derniere opération on observe que le parallelisme entre les deux miroirs *N* & *B* n'est pas parfait, par excès ou par défaut, cette différence ou quantité étant divisée par 8 comme dans le n°. 24, donnera dans le quotient la quantité de l'erreur du limbe.

NOTE *ff*, pour le n°. 264.

Soit *ar* (*fig.* 35 *planche* 3) le miroir de l'alidade, *uw* le miroir horisontal des observations par *devant* pour l'œil en *z* : & soit *ts* l'autre miroir horisontal des observations par *derriere*, pour l'œil en *b*. Soit enfin le cercle entier, (sur le centre duquel se trouve le miroir de l'alidade) divisé de 10° en 10° degrés suivant la double disposition des angles qu'on observe par *devant* & par *derriere*, avec les instrumens à réflection, comme il paroit par la figure.

Supposons 1° que l'œil *z* observe l'angle *fxd* de 40° entre les

deux objets f & d (qui se trouvent à une distance infinie) moyennant leur coincidence apparente, causée par la réflection de l'image de l'objet f dans le miroir de l'alidade, lequel miroir se trouve pour lors dans la direction nm :

Supposons 2° que l'œil b observe l'angle supplémental fxh de 140° entre les deux objets f & h à une distance infinie, moyennant la coincidence de l'image de f avec h, causée par la réflection des deux miroirs nm & ts :

Supposons 3°. que chacun de ces trois objets a un diametre de *deux* degrés ; ou autrement supposons qu'il y a deux autres objets aux deux côtés de chacun de ces trois objets dfh, dont la distance respective soit d'*un* degré, ce qui revient au même : c'est-à-dire, supposons que $gxf = 1°. = cxf = pxd = dxe = yxh = hxk$.

Cela posé on concevra aisement, par la simple inspection de la *fig.* 5 que l'on doit avoir les résultats suivans.

1. Si l'œil z observe la coincidence de f avec p, il trouvera par l'instrument un angle de 41° : car fxp est égal à fxd de 40° + dxp de 1°. Ainsi il faut retrancher l'angle dxp de 1° pour avoir l'angle fxd, qui est de 40° : & c'est le cas de la *dépression de l'horison*, qui est *soustractive* par le n°. 198 lorsqu'on observe par *devant*.

2. Si l'œil b observe l'angle fxk, aulieu de l'angle fxh, il trouvera deplus l'angle hxk ; ainsi il trouvera 141° aulieu de 140° : & par conséquent la *dépression de l'horison*, en observant par *derriere*, devrait être également *soustractive*, si l'on comptoit par le rang inférieur des chiffres des angles supplémentaux, dont on a parlé dans le n°. 264.

3. Mais les angles de *hauteur* observés par *derriere* sont toujours comptés sur le rang supérieur des chiffres, qui servent aussi pour les observations par *devant*. Or on voit par la figure, que ces chiffres sont dans un ordre retrogradé des autres ; c'est-à-dire qu'ils augmentent de la droite à la gauche, tandis que ceux du rang inférieur décroissent dans le même sens. Ainsi l'angle de 141° correspond à l'angle 39°, les uns étant le supplément des autres : donc on doit *ajouter* l'angle de la *dépression* de l'horison hxk, à l'angle 39°, pour avoir le supplément 40° du vrai angle fxh de 140° : & c'est le cas de la *correction* 2e du n°. 270.

4. Si l'œil z, au lieu d'observer l'angle fxd de 40°, observe l'angle gxd, on ne doit trouver que 39° ; car il y manque l'angle gxf qui est d'un *degré*, pour faire un angle de 40° : & c'est le cas de la correction du *semi-diametre*, qui est *additive* en observant le bord inférieur, par exemple du Soleil, comme on l'a dit dans le n°. 200.

5. Au contraire si l'œil z observe l'angle cxd au lieu de fxd, il trouvera 41°, à cause du petit angle de plus fxc ; ainsi il faut le retran-

cher pour avoir l'angle au centre *fxd* : c'eſt ce qui arrive quand on a obſervé la coïncidence du bord ſupérieur, & qui fait la correction du demi-diametre *ſouſtractif* ; comme on l'a dit dans le même n°. 200.

6. Si l'œil *z* au lieu d'obſerver l'angle *fxd*, obſerve l'angle *gxe* qui eſt celui du contact des bords les plus voiſins des deux objets *f* & *d*, alors il faut *ajouter* la ſomme de la valeur des deux ſemi-diametres *gxf* & *dxe*, pour avoir l'angle au centre *fxd* comme on l'a dit dans le n°. 234.

7. Au contraire ſi l'œil *z* obſerve l'angle *cxp*, entre les bords les plus éloignés des mêmes objets, on trouvera de plus la valeur des angles des deux demi-diametres *cxf* & *dep*, qu'il faudra retrancher ; comme on l'a dit dans le n°. 234.

8. Si l'œil *b* obſerve l'angle ſupplémental *cxh*, au lieu de *fxh* : on trouvera 139°, au lieu de 140° ; & par conſéquent on devroit *ajouter* la valeur de *cxf* pour avoir l'angle au centre, toutes les fois qu'on obſerveroit par derriere le bord qui paroit l'inferieur de l'objet *cfg* (quoiqu'en effet il ſoit le ſupérieur), ſi l'on prenoit les nombres marqués dans le rang inférieur qui montre les angles ſupplémentaux.

9. Mais comme dans les obſervations de *hauteur* qu'on fait par *derriere*, on prend toujours les chiffres marqués dans le rang qui ſert pour les obſervations par *devant* ; alors ce demi-diametre doit être *ſouſtractif* comme on l'a dit dans le n°. 270 ; car l'angle ſupplémental 139° correſpond à 41° de ceux des obſervations par *devant*. Ainſi pour avoir l'angle au centre, on doit *retrancher* la valeur de ce demi-diametre, lorſqu'on obſerve le bord, qui paroit être l'*inférieur*, à cauſe de la réflection des miroirs, quoiqu'en effet il ſoit le ſupérieur.

10. Au contraire ſi l'œil *b* obſerve l'angle ſupplémental *gxh*, entre le bord qui paroit *ſupérieur* (à cauſe de la réflection) & l'objet *h*, & qu'on compte le vrai angle ſupplémental de 141° ; on doit *retrancher* l'angle *gxf* du ſemi diametre, pour avoir l'angle au centre *fxh*.

11. Mais ſi l'on compte l'angle *gxh* dans le rang des chiffres pour les obſervations par *devant*, comme on le fait d'ordinaire dans les obſervations de *hauteur*, quoique obſervées par *derriere* : alors on doit *ajouter* la valeur de ce ſemi-diametre *gxf* en obſervant le bord qui paroit ſupérieur, comme on l'a dit dans la *correction* 3 *du* n°. 270 ; & cela par le même argument ci-deſſus, n° 9 de cette Note ; car l'angle *gxh* de 141° ſera montré dans le rang ſupérieur par le n°. 39° ; & par conſéquent on doit ajouter *un degré* de plus pour avoir l'angle du vrai ſupplément au centre, lequel eſt de 40 degrés.

12. Si l'œil *b* (toujours la même *fig.* 35, *planche* 3) observe l'angle *cxy* entre les deux bords les plus voisins des deux objets *fh*; il faut *ajouter* leur demi-diametre *fxc* & *yxh* pour avoir le vrai angle *fxh* entre leurs centres (n°. 265).

13. Au contraire si l'œil *b* observe l'angle *gxk* entre les bords les plus éloignés des deux objets, il faudra *retrancher* les angles *gxf* & *kxh* de leur demi-diametre, pour avoir le vrai angle *fxh* entre leurs centres, comme on l'a dit dans le n°. 265.

14. La Réfraction fait paroître les objets plus élévés qu'ils ne le sont : ainsi l'objet *f* paroîtra en *c*, & l'objet *V* en *R*, *voyez* la Note *cc*; donc si l'œil *z* observe l'objet *f*, la réfraction le montrera en *c* : & si le même œil observe l'objet *V*, la réfraction le fera paroître en *R*; donc en observant par *devant* un angle moindre de 90°, on doit *soustraire* l'angle de la réfraction *cxf*, pour avoir la vraie hauteur *fxd* : mais si la hauteur est plus grande que 90°, alors il faut *ajouter* (comme il est dit dans le n°. 202) l'angle *RxV*, pour avoir le vrai angle *Vxd*.

15. Si l'œil *b* observe par *derriere* la hauteur de l'Astre *c*, la correction de la réfraction est l'angle *cxf* : & s'il observe l'objet *R*, l'angle de réfraction sera *RxV* que je suppose d'un *degré*. Ainsi l'alidade marquera 41° dans le rang des observations par *devant*, dont il faut retrancher 1° pour avoir la vraie hauteur *fd*; mais si c'est l'objet *R* que l'œil *b* a observé par *derriere*, en prenant sa distance à l'horison *h*, l'alidade montrera 119°, au lieu de 120, dans le rang des chiffres des observations par *devant* : ainsi il faudra dans ce cas *ajouter* l'angle *RxV*, pour corriger l'effet de la réfraction. Dans ce cas la vraie hauteur de l'astre sur l'horison sera le supplément de 120°, c'est-à-dire 60°, comme on l'a vu dans l'exemple *E* du n°. 271.

16. La Parallaxe fait paroître les objets qui en sont affectés, plus bas qu'ils ne le sont réellement : ainsi cette correction est toujours dans le sens contraire de la Réfraction; c'est-à-dire qu'elle est *additive* lorsque la réfraction est *soustractive*; & elle est *soustractive*, toutes les fois que la réfraction est *additive* : elle change aussi de caractere comme la réfraction, lorsque les angles observés excedent 90°, comme on le conçoit par la même *figure* 35.

17 La correction 6me de la *déviation* du n°. 268, est *soustractive* dans les observations des angles de *distance* observés par *derriere* : mais lorsqu'on observe les angles de *hauteur* dont j'ai parlé dans le n°. 270, & qu'on fait usage du rang supérieur des chiffres qui servent pour les observations de *devant*, alors la déviation est *additive* : parce que si l'angle observé *gxd* de 141°, doit être corrigé de l'angle de déviation *gxf*, pour avoir l'angle supplémentale *fxd* de 40°, il est évident par la figure,

que *gxh* correspond dans le rang supérieur à 39° : ainsi cette correction au lieu d'être *soustractive*, devient alors *additive* dans le cas en question.

18. En général toutes les observations qu'on fait par *derriere* doivent être corrigées dans le sens contraire, lorsqu'on fait usage des mêmes chiffres marqués sur le limbe pour les observations par *devant*, sans employer leurs supplémens, qui sont réellement les vrais angles observés. Ainsi la *correction* 7me des erreurs du limbe (n°. 270) deviendra *soustractive* dans le cas en question, lorsqu'elle sera *additive* dans les observations des angles de *distance* que j'ai appellé angles *supplémentaux* pour les distinguer des autres.

NOTE *gg*, pour le n°. 338 & *suivans*.

1. L'œil *e* (*figure* 41 *planche* 3) doit voir l'objet *a* réfléchi par le miroir *n*, comme s'il étoit en *c*, parce qu'il reçoit son image suivant la direction *enc* : & comme l'angle au centre est double de celui à la circonférence qui est appuyé sur le même arc ; il s'en suit que l'angle *cea*, entre l'objet *a* & son image *c* est double de l'angle à l'horison *hea* : car *cea* est égal à *hna*, qui est l'angle d'incidence, égal à celui de réflection *bne*, égal à son alterne *nea* (ou *cea*) à cause des deux paralleles *hb* & *ae*. Mais pour s'en convaincre davantage, on doit observer, qu'à cause de ces mêmes paralleles *bh* & *ea*, l'angle *bhe* doit être égal à son alterne *aeh* : & à cause du triangle isoscelle *enh*, l'angle *neh* est égale à *nhe* : & par conséquent l'angle *aeh*, égal à *hec*, est la moitié de l'angle *aec* ; c'est-à-dire, que l'angle vrai entre l'objet *a* & l'horison *h*, n'est que la moitié de l'angle entre ce même objet *a* & son image *c* réfléchie par l'horison artificielle *n*.

2. Enfin si l'on tire *md* perpendiculaire à *en*, & *dv* perpendiculaires à *na*, l'angle *mdv* sera égal à l'angle *anc*, c'est-à-dire double de *anh* : car dans les deux triangles rectangles *dnv*, *nrv*, l'angle *v* leur est commun : ainsi l'angle *ndr* est égal à l'angle *vnr* : mais *ndv* est la moitié de *mdv* : donc ce dernier est double de *vnr*, ou *hna*, & quadruple de l'angle *hea* qu'on a déja prouvé être la moitié de *hna*, ou de son égal, *cea*. Donc il faudra mettre le toit (*fig*. 37) qui couvre la boîte de l'horison à mercure (*fig*. 36), à un angle quadruple de l'angle qu'on veut observer, pour que les verres plans soient perpendiculaires aux rayons incidents & réfléchis : car on suppose que l'angle formé par le toit de l'horison artificiel est isoscelle.

NOTE *hh*, pour les nos 192 & 263.

On trouve quelquefois de la difficulté à entendre cette correction particuliérement dans les observations par *derriere*, faute d'en avoir une

idée assez claire. La voici en peu de mots. Si les divisions du limbe montrent un angle plus grand, qu'il ne l'est en réalité, il en faut *retrancher* la différence : & au contraire il faut *l'ajouter* lorsqu'elles le donnent plus petit ; comme je l'ai remarqué dans le n°. 197. Faisons l'application aux observations dont il s'agit. Lorsque la coincidence de l'image avec son objet se fait avec l'alidade dans *l'arc d'excès*, en observant par *aevant* (c'est-à-dire avant le *zero* vers *M*) alors les angles qu'on observera seront plus grands de cette quantité : conséquemment il faudra *l'ajouter* au nombre marqué sur le limbe : & l'on devra faire tout le contraire si cette coincidence tombe au-delà du *zero* du limbe vers *R*.

Mais lorsqu'on observe par *derriere* les angles *de distance*, si la coincidence de l'image de réflection avec l'objet qui est diametralement opposé, tombe avant le *zero* du limbe, c'est-à-dire dans l'arc d'excès par l'ajustement de l'instrument, alors les angles de *distance* qu'on observera, seront plus petits, que ceux montrés sur le rang inferieur qui servent pour ces observations de derriere, *voyez figure* 12 *planche* 2 : car alors le 180° tombera sur un nombre plus grand du limbe, par exemple, à 181° : ainsi il faut alors *retrancher* cette quantité. Supposons par exemple qu'on observe dans un cas pareil un angle de 161° par *derriere* ; cet angle sera marqué sur le limbe 162° : il faudra donc en retrancher 1° pour avoir le vrai angle ; mais ce sera tout le contraire lorsque l'ajustement par derriere tombera dans l'arc au-delà du *zero* vers *R* : car dans ce cas les angles seront plus grands que ceux qui y sont marqués : par exemple, un angle de 161° sera marqué 160°, & alors il faudra y *ajouter un* degré pour avoir le vrai angle.

Voyons à présent ce qui arrivera lorsqu'on prendra des angles de *hauteur* par *derriere*. Si l'ajustement de la coincidence de l'image réfléchie avec l'objet opposé, se fait dans l'arc d'excès : alors un angle de 96° étant observé par cet instrument, sera marqué sur le limbe par 97 *degrés* dans le rang inférieur des observations par *derriere* : & sera marqué 83°, au lieu de 84°, dans le rang supérieur des observations par *devant* : car ces angles sont marqués dans un sens contraire les uns des autres, étant réciproquement des suppléments. Ainsi si l'on prend, comme on le fait ordinairement, les mêmes nombres des observations par *devant*, pour cet angle de *hauteur* observé par *derriere*, on leur doit ajouter un degré pour avoir le vrai angle observé de 84° ; & tout le contraire doit être observé, lorsque l'ajustement ci-dessus de la coincidence de l'image avec l'objet qui lui est opposé, tombe au-delà du *zero degré* vers le bout *R* du limbe ; car alors on doit retrancher l'angle de cette *erreur de l'alidade*, aux *angles de hauteur* observés par *derriere* ; ce qui revient à la même correction du n°. 208 des observations par *devant*.

NOTE *jj*.

NOTE *jj*, pour le n°. 223.

1. Lorſqu'on aura trouvé par le n°. 223 la dépreſſion actuelle de l'horiſon, on cherchera, par la petite Table *des angles de ſimple dépreſſion*, laquelle ſe trouve après la Table II des *demi-Diametres* du Soleil, l'angle correſpondant à la hauteur de l'œil de l'obſervateur au-deſſus de la ſurface de la mer. On ôtera l'un de l'autre : & la différence montrera la *réfraction horiſontale actuelle*, c'eſt-à-dire, dans l'inſtant de l'Obſervation. Cela fait, on cherchera dans la Table III la réfraction correſpondante à la hauteur du centre de l'Aſtre qu'on vient d'obſerver au deſſus de l'horiſon; & on fera alors cette analogie, *la réfraction horiſontale ſuppoſée dans la* Table, eſt à *la réfraction horiſontale trouvée par l'obſervation*; comme la *réfraction* de hauteur *donnée* par la Table, eſt à la *réfraction vraie* de l'Aſtre.

2. Suppoſons, par exemple, que la réfraction horiſontale *obſervée* ſoit 35′, & que la hauteur du centre de l'aſtre ſoit 12 degrés; alors la proportion ſera 33′, 5′ (=33′30″) : 35′ : : 285″ (=4′45″) : 280,9″ (=4′40,9″).

3. Mais lorſqu'on ſe trouvera entre les Tropiques, on fera uſage de la premiere colonne des *réfractions moyennes* de M. Bouguer, en prenant 27 au lieu de 33, 5, pour le premier terme de cette analogie.

4. De même lorſqu'on fera uſage de la *Table III des Réfractions* & qu'on ſe trouvera dans le voiſinage des Tropiques, on prendra une partie proportionnelle de la différence correſpondante dans la derniere colonne, qu'on ajoutera à celle des réfractions entre les Tropiques. Par exemple ſuppoſons qu'on ſe trouve dans la latitude 29°, & qu'on obſerve une hauteur de 18°; la différence correſpondante dans la 4me colonne eſt 55″. Or, puiſqu'il y a environ 11° entre le Tropique & la latitude de 34° dont on a parlé dans le n°. 202; & ſeulement 5° 30′ environ, entre la latitude de l'obſervation & le Tropique; on ajoutera la moitié de 55″, ſavoir 22″ à la réfraction 2′ 17″ de la ſeconde colonne : & la ſomme 2′ 39″ ſera la réfraction approchante de la veritable moyenne, qu'on devra appliquer, comme on le verra dans le n°. 316.

5. Cependant je ſoupçonne fortement que ces grandes variations de la parallaxe horiſontale, dont j'ai parlé dans le n°. 220, n'ont pas une grande influence ſur les réfractions des hauteurs au-delà de 4 ou 5 degrés ſur l'horiſon : effectivement nous n'avons pas encore un nombre ſuffiſant d'obſervations ſur cette matiere pour ſavoir rien de certain. Peut-être n'y a-t-il que la couche inférieure de l'atmoſphère qui ſoit ſuſceptible de ces grandes altérations, comme il paroît par les faits rapportés dans le n°. 222. Si cela étoit comme on le préſume, alors il ne faudroit pas ſe donner la peine de corriger la réfraction trouvée par la Table III. Quoi qu'il en ſoit, cette derniere correction ne donne

presque jamais une quantité fort considérable dans la pratique des observations ordinaires.

NOTE *kk*, pour le n°. 365.

1. L'instrument de M. Smith étoit garni indifféremment avec des prismes, ou avec des miroirs : & lorsqu'on employoit ces derniers, on les appliquoit quelquefois tous les deux au centre de l'alidade comme si ce n'étoit qu'un seul miroir divisé en deux, mais en sorte que la moitié la plus éloignée du plan de l'instrument fût emboîtée dans un chassis qui tenoit au plan de l'instrument : l'autre moitié ne tenoit qu'à l'alidade & se mouvoit avec elle ; comme je le pratique dans mon double Sextant. Voyez *les Mémoires du Pere Pezenas*, page 66, cités dans le n°. 3 du Mémoire.

2. M. Wright a appliqué aussi depuis peu deux miroirs qui se croisent dans l'alidade de l'instrument qu'il m'a montré en Décembre dernier à Londres. Il met deux paires de ces miroirs dos-à-dos, pour avoir la réflection de *devant* & de *derriere* de chaque paire dans son instrument. Ces deux paires de miroirs tiennent simplement à l'alidade, & forment un angle d'environ 22° 30′; les deux miroirs horisontaux ne sont pas comme à l'ordinaire sur le même côté ou bras de l'instrument, mais il y a un seul miroir sur chaque côté. La *fig.* 4, *pl. I*, donnera quelqu'idée de cet instrument nouveau de M. Wright, si l'on suppose en *H* un miroir horisontal parallele au miroir *A*; que tous les deux soient étamés, comme celui des observations par *derriere*, dont j'ai parlé ci-dessus dans le n° 89 ; & qu'il y ait deux paires de miroirs dans le centre *N* de l'alidade, croisés sous un angle plus petit que la figure ne le montre.

3. On trouve aussi dans les *Transactions Philosophique de la Société* de Philadelphie, tome I, page premiere de l'Appendix, la Description d'un *Double-Sextant*, inventé par M. Ewing, de la même Société, avec deux miroirs fixés dans l'alidade. L'on y parle enfin d'une autre invention d'un demi-cercle à réflection, fait par M. Grant ; ce Monsieur eut la bonté de me le communiquer lui-même à Londres, avant son départ pour l'Amérique. Mais aucun de ces instrumens n'a le moindre rapport avec les propriétés essentielles & les usages principaux de mon double Sextant. Tous ces instrumens ont besoin d'un ajustement pour chaque miroir de l'alidade ; & aucun de ces habiles Inventeurs n'a pensé à tirer parti de l'avantage d'observer les angles au-dessous du zero des observations par *devant*, pour éviter les imperfections de l'ajustement, & afin que les défauts de la réflection des rayons qui s'est faite dans un sens par le miroir de l'alidade, soit contrebalancée dans la seconde observation, en faisant réfléchir ces rayons par le même miroir dans le sens opposé au premier : ce même procédé sert aussi à corriger quelques autres défauts de l'instrument.

4. On voit dans les Transact. Philos. de Philadelphie, tirées ci-dessus, l'Octant Anglois, nommé par le nom de Gottfrey, au lieu qu'en Angleterre on l'appelle généralement Octant de Hadley. Cet instrument étoit connu en Angleterre avant l'année 1670, comme il paroit par *l'Histoire de la Société Royale de Londres* de *Tho. Sprat* qui fut traduite en françois, & imprimée à Paris dans cette même année. Le Chevalier Newton, auquel j'attribue cette excellente invention dans la Note A ci-dessus, page 117, naquit en 1642. Il reste à savoir de quelle année on date l'existance de ce M. Gottfrey.

NOTE *II*, pour les n°s 236 & 261.

Lorsque l'horison est couvert tout-à-fait par le brouillard ou par des nuages, il n'est pas possible d'observer sur mer aucune hauteur des Astres, quoiqu'ils soient découverts : car on n'a pas encore trouvé de moyen sûr de suppléer à l'horison, ni d'employer aucune espèce d'à-plomb pour déterminer ces hauteurs. Cependant lorsque la surface de la mer sera assez distincte jusqu'à une distance médiocre, de façon qu'on puisse bien distinguer les bornes ou les termes, où le nuage au dessous & vis-à-vis de l'Astre qu'on voudroit observer, touche la surface de l'eau; ou autrement lorsqu'il y aura quelques objets assez distincts sur la mer en ligne droite au-dessous & vis-à-vis de l'astre, soit des corps flottants sur l'eau, une isle, ou un rivage inconnu, à peu de distance du vaisseau, &c. alors on pourra profiter de cette circonstance pour pratiquer l'observation qu'on souhaite faire. Car la méthode du n°. 223 donnera l'angle de la vraie dépression, si les deux termes ou objets dans l'horison sont à des distances égales de l'Observateur. Autrement, s'il est possible de connoître suffisamment la distance de l'un de ces termes de la surface de l'eau jusqu'au vaisseau, ou jusqu'à l'œil de l'Observateur, on aura aussi l'angle exact de la dépression dont il faudra corriger l'observation, comme on va le voir.

2. Soit n (*fig.* 44, *planche* 3) l'œil de l'Observateur, a l'Astre qu'on veut observer, & b ou e la distance determinée de la surface de la mer au-dessous ou vis-à-vis de l'Astre a. Si la distance nb ou ne peut être bien déterminée, la hauteur nc étant déja connue par le n°. 217, on aura nb (ou ne) : nc :: rayon : *sinus* de l'angle dnb (ou xne) de la dépression. Mais on a vu ci-dessus dans le n°. 25 de la Note *H* qu'on peut construire un instrument sur les principes des Octants, qui sera très-simple, peu volumineux & d'un prix assez modique, avec lequel on pourra mesurer exactement les distances inaccessibles d'une seule station, pourvu qu'elles ne soient pas trop éloignées. Il sera donc de la prudence des Marins de se pourvoir d'un instrument pareil, qui d'ailleurs sera d'un grand service en plusieurs autres occasions sur terre, soit dans l'arpentage, soit pour les Ingénieurs, &c.

3. Voici l'idée de cet inſtrument que j'ai projetté depuis long-tems, mais que je n'ai pas eu encore le tems de faire exécuter, malgré toute la ſimplicité & facilité, que je conçois dans ſon exécution-pratique. Il n'y a point d'Artiſte, tant ſoit peu ingénieux, qui ne ſoit en état de le bien exécuter d'après l'eſquiſſe que j'en vais donner.

Soit *mm vcl* un tuyau quarré de bois léger, mais ferme, d'environ une toiſe de longueur, avec une ouverture quarrée *lc*, vis-à-vis le miroir *bac* qui ſe trouve au bout de ce tuyau, incliné ſous un angle de 45°, dont un levier *bsq* puiſſe régler cette inclinaiſon comme dans les miroirs horiſontaux des Octants marins. Soit enfin un autre tuyau *pgxx* qui entre à frottement dans le tuyau *mmvcl*, mais bien juſte & ſans balotter, garni d'un ſecond miroir *ng*, pas plus grand que la moitié du premier miroir *a* auquel il ſera parallele : & qu'il y ait une lunette *den* comme celles qu'on emploie dans les Octants, ſoutenue par les deux pieces *p* & *n*.

4. Il eſt certain que ſi l'on ajuſte ces deux miroirs en parfaite coincidence par un objet céleſte, comme le *Soleil* ou la *Lune*, dont on voit l'image *X* réfléchie par les deux miroirs en *a* & *n* lorſqu'ils ſont à la plus grande diſtance, par exemple à 8 ou 9 pieds, & dans le même tems l'image de viſion directe *z*, par les rayons directs qui entrent dans la lunette *den* par deſſus le bord du miroir *n* : & qu'on tourne cet inſtrument ainſi rectifié vers un objet, dont la diſtance ait un rapport ſenſible avec la perpendiculaire *ZX*, ou *na* entre le rayon réfléchi & celui de viſion directe, on ne trouvera pas la même coincidence.

5. Dans la pratique je donnerai toujours la préférence à la graduation qu'on peut faire de cet inſtrument, par l'examen de ſon effet ſur des objets dont on connoîtra la diſtance actuelle. On commencera par ajuſter le parallelisme des miroirs de l'inſtrument par le Soleil, ou par quelqu'autre objet céleſte. On gliſſera entiérement un tuyau dans l'autre juſqu'à le racourcir autant qu'il eſt poſſible.

6. On regardera alors à quelqu'objet aſſez voiſin : ſi l'image réfléchie ne coincide pas avec celle de viſion directe, on s'éloignera petit-à-petit juſqu'à ce qu'on trouve la coincidence cherchée : on marquera cette diſtance ſur le tuyau. On s'éloignera par exemple 50 ou 100 toiſes encore plus loin. On allongera le tuyau juſqu'à ce qu'on commence a appercevoir l'objet ſe réunir avec ſon image réfléchie. On fera une marque ſur le tuyau, en y écrivant cette diſtance en toiſés. On fera une autre ſtation de 50 ou 100 toiſes, on répétera la même opération, & ainſi de ſuite.

7. On gradueroit peut-être aſſez bien cet inſtrument ſuivant la théorie, dont j'ai parlé dans la Note H. Car on y pourroit ajouter un ſecteur *bqs*, pour connoître les petits angles parallactiques. La diſtance *en* de la perpendiculaire entre le rayon direct & le rayon réfléchi, (*fig.* 30, *pl.* 1) correſpond à la diſtance qui dans l'inſtrument propoſé de la fig. 45 de

la planche 3, fait la longueur totale de la ligne *ae*; & on pourroit compter que la réunion de chaque objet avec son image se fera à la distance des Cotangentes des angles parallactiques sous lesquels cette réunion seroit vue.

8. Car on conçoit qu'en fixant la longueur de la perpendiculaire *an* par exemple à 8 ou 9 pieds, & ajoutant un secteur *bsq*, par lequel on donne du mouvement à l'axe de *bac*, comme dans les Octants ordinaires; on aura les angles parallactiques dont j'ai parlé dans le n°. 25 de la *Note* H, assez distincts pour en déduire les distances des objets par le calcul. Mais il peut y avoir tant de circonstances qui fassent varier ces angles, soit par le défaut des miroirs *b* & *c*, soit par les divisions de l'arc *sq*, que je n'oserois pas compter tout-à-fait sur les conséquences qui résultent de la simple théorie de l'instrument, sans en être assuré par des essais de pratique sur des distances qui soient connues par la mesure actuelle.

NOTE *mm*, pour les n°s 187, 188, 214 & 261.

Sur l'Ajustement avec le Miroir horisontal non perpendiculaire.

1. Lorsqu'on emploie une lunette, la meilleure méthode, suivant quelques observateurs, pour rectifier l'instrument par une étoile, est de mettre les deux images de l'étoile à côté l'une de l'autre, ayant alteré pour cet effet tant soit peu la perpendicularité du miroir horisontal. Il est certain que cette petite déviation ne peut causer aucune erreur sensible dans la valeur des angles qui ne sont pas trop grands; comme il paroît par la Table IV de la déviation des rayons du plan de l'instrument. Les étoiles n'ayant point de diametre sensible, une déviation de 5 ou 6 secondes dans le miroir horisontal, relativement à sa perpendicularité au plan de l'instrument, ne causera aucune erreur sensible dans l'angle qu'on observera avec l'instrument ainsi disposé.

2. De même lorsqu'on ajuste l'instrument par l'horison, en employant une lunette dans cette opération, ce qui est toujours le moyen le plus avantageux, on trouvera plus de facilité à mettre les deux images de l'horison à une distance égale de celle des deux fils de la lunette, de façon qu'on puisse voir un quarré bien égal, formé par les deux fils de la lunette & par les deux images de l'horison. Dans ce cas on suivra les avis donnés dans les n°s 184 & 196. C'est par la même méthode qu'on pourra déterminer plus aisément la valeur du champ entre les deux fils, au lieu de celle qu'on donne dans le n°. 214, qui est la plus commune. Car il est plus aisé de tenir l'instrument dans le sens vertical, & d'y former un quarré bien égal au milieu du champ de la lunette en mouvant deux fois l'alidade pour que les images de l'horison changent de place : alors la moitié de la différence des minutes & degrés marqués sur le limbe par ces deux opérations, sera la valeur du champ total entre les deux fils de la lunette.

NOTE *nn*, pour le n°. 251.

1. L'ajustement de l'instrument par deux Astres, dont un soit près du couchant & l'autre lui soit opposé, de façon que leurs deux hauteurs sur l'horison soient égales au double de la dépression actuelle de l'horison suppose que cette dépression soit préalablement connue par la méthode du n°. 223. Il vaudra mieux que les deux Astres soient également élevés sur l'horison, c'est-à-dire que chacun soit à une hauteur égale à la dépression actuelle de l'horison; & en outre, que les deux astres soient le plus près qu'il se peut de la direction du Nord au Sud. Car s'ils étoient fort près du premier vertical (dans la direction de l'Est à l'Ouest) & qu'un d'eux fut fort près de son contact avec l'horison, il faudroit pratiquer les deux opérations de cet ajustement presque dans le même instant (ce qu'il n'est pas aisé de faire); autrement les changemens de la position des Astres, lorsqu'ils sont près du premier vertical, deviennent encore plus rapides qu'ils l'étoient avant, à l'approche de l'horison, par la réfraction successive de la densité croissante des couches inférieures de l'atmosphère.

NOTE *oo*, pour les n°s 276 & 280.

1. Les *Ephémérides des Mouvemens célestes* pour le Méridien de Paris, qui contiennent les *dix* années de 1775 à 1784, venant d'être publiées depuis que la feuille qui contient les n°s 276 & 280 de ce Traité, est imprimée, j'en tirerai les 5 Tables de la Déclinaison du Soleil & des Etoiles, qu'on trouvera à la fin de l'Ouvrage, au lieu de celles que j'avois promises dans les articles dont je viens de parler, qui d'ailleurs ne peuvent pas être aussi exactes. J'ajouterai de plus la Table XII, qui m'a été communiquée par M. de la Lande, de l'Académie Royale des Sciences de Paris, Savant très-connu du Public par ses Ouvrages d'Astronomie, & d'autres sujets intéressans. Cette Table donne, à peu de chose près, les petites différences qu'il faut *ajouter* ou *retrancher* aux Déclinaisons du Soleil données par ces Tables, lorsqu'on en voudra faire usage dans les périodes suivantes.

2. Par exemple, la Table VIII, qui donne la Déclinaison du Soleil pour 1775, pourra bien être employée dans les années 1779, 1783, 1787 & 1791, en y faisant les petites corrections qui se trouvent marquées dans la Table XII. On appliquera les corrections de la premiere colonne à l'année 1779; celles de la seconde colonne à l'année 1783, & ainsi de suite, comme il est marqué à la tête de chaque colonne. Voici un exemple sur l'usage de cette Table. La Déclinaison du Soleil au *premier* Avril 1775, suivant la Table VIII, est $4° 34' 57''$. Si l'on y ajoute les $+ 43''$ de la colonne premiere de la Table XII, la somme $4° 35' 40''$ sera la déclinaison du Soleil du *premier* Avril de l'an-

née 1779. Si l'on y ajoute + 1′ 26″ de la deuxieme colonne de la même Table XII; la somme 4° 36′ 23″ sera la Déclinaison du Soleil dans le *premier* Avril de l'année 1783, & ainsi de suite. De même dans le *huit* Septembre 1776 on trouve par la Table IX, que la Déclinaison du Soleil est 5° 24′ 23″. Si l'on veut avoir la Déclinaison du même Astre dans un jour pareil de l'année 1792, on trouvera par la quatrieme colonne de la Table XII, que la correction pour ce jour-là est — 2′ 55″ : ainsi on retranchera cette quantité de la Déclinaison dans la Table IX, & le reste 5° 21′ 28″ sera la Déclinaison du Soleil pour ce jour-là.

3. Lorsqu'il s'agira de la *Declinaison du Soleil*, pour les jours qui ne sont point exprimés dans la Table XII, on prendra la correction proportionnelle qui leur conviendra, suivant la différence entre les jours les plus voisins; comme on le pratique généralement en des cas pareils pour toutes sortes de Tables. Par exemple, la correction de la *Déclinaison* du Soleil pour le 14 Août 1779, & des trois années suivantes, sera — 37″. Celle du 23 Novembre des mêmes années sera + 25″, &c.

Cependant on ne doit pas s'attendre de connoître avec toute l'exactitude possible les Declinaisons du Soleil, par le moyen des corrections dont il s'agit dans les périodes au-delà de celle pour laquelle ces Tables furent calculées. Car on n'a pu avoir égard dans ces corrections à la Nutation qui produit 9″ en plus ou en moins : & l'on y a négligé aussi la diminution de l'Obliquité & de l'Ecliptique. Néanmoins les erreurs qui en résultent, ne sont que de peu de *secondes*. Les signes qui marquent les différences données dans cette Table XII, changent dans le jour de l'Equinoxe & dans le jour du Solstice, comme il est aisé de s'en appercevoir par la même Table. Lorsque le Calendrier souffrira une interruption comme en 1800, il y aura d'autres changemens à faire dans les Déclinaisons données par ces Tables.

5. Pour ce qui regarde la *Table VII de la Déclinaison des Etoiles*, que j'ai tirée des *Ephémérides de M. de la Lande*, elle est beaucoup plus complete que celle que j'avois promise; & je suppose qu'elle n'est pas moins exacte. Mais comme cette Table est calculée pour l'année 1780, on doit y changer les signes des variations qu'elle donne, toutes les fois qu'on en fera usage avant cette année. Par exemple, la variation de la Déclinaison d'Aldebaran pour les *dix* années après le premier Janvier 1780, est suivant la Table + 1′ 22,1″. Mais dans le commencement de la présente année 1775, elle en doit avoir la moitié en *moins*, savoir, — 41,5″: & par conséquent sa Déclinaison dans le premier Janvier de cette année étoit 16° 3′ 12,2″ — 41,5″ = c'est-à-dire 16° 2′ 31″.

NOTE *pp*, pour le n°. 294.

Je copierai ici, pour mieux détailler les souhaits des Marins & des

Astronomes dont je parle dans cet article, ce que M. Du Séjour dit dans le Mémoire que je citerai dans la Note suivante, sur le Problême des distances apparentes de la Lune, réduites aux distances vues du centre de la Terre ». Je n'insisterai point, dit ce Savant, sur cette solution, qui dispense à la vérité d'avoir recours aux distances de la Lune aux Etoiles, calculées dans le *Nautical Almanack*, mais qui par-là même engage dans des calculs beaucoup plus longs. Cet usage & plusieurs autres, que l'on pourroit également faire des *lieux* calculés de la Lune, me fait regretter que ces lieux ne se trouvent pas calculés de *six* en *six* heures dans l'Ouvrage que je viens de citer. Cette addition, sans augmenter la peine des Calculateurs (puisqu'ils n'ont pu se dispenser de ce travail) rendroit l'Ouvrage plus complet. Indépendamment du *lieu* de la Lune, de la *Latitude*, de la *Longitude*, de la *parallaxe*; je desirerois aussi qu'on y trouvât ses *mouvemens horaires* pour les mêmes instans. Il seroit peut-être encore plus à desirer qu'on y insérât les *Ascensions droites* & les *Déclinaisons* de la Lune, avec les *mouvemens horaires* en ascension droite & en déclinaison. Cette addition vraiment utile mettroit les Astronomes à portée de vérifier les Tables de la Lune, en les comparant avec la plus grande facilité aux lieux observés ». J'ajouterai que c'est par le défaut de cette facilité qu'il y a très-peu d'Astronomes qui s'appliquent à faire ces vérifications, qui d'ailleurs, sont de la plus grande importance : & qu'il est très-fâcheux qu'aucunes des Ephémérides qui se publient dans l'Europe, ne donnent pas ces Calculs.

NOTE *qq*, pour le n°. 310.

Je n'ai pas cru nécessaire de donner la démonstration de la Méthode de M. le Chevalier de Borda, dont je parle dans ce numéro, pour ne pas trop augmenter ce Traité par des Calculs qui ne sont pas à la portée du commun des Marins. Néanmoins si quelqu'un étoit curieux d'en voir quelque démonstration, il en trouveroit une que M. Du Séjour, Membre fort distingué de l'Académie Royale des Sciences de Paris, a donné dans un excellent Mémoire qu'on imprime actuellement, parmi ceux de la même Académie, pour l'année 1772. Ce Mémoire a pour titre : *Nouvelles Méthodes analytiques pour calculer les Eclipses du Soleil, Occultations des Etoiles & des Planetes par la Lune, & en général pour réduire les observations de cet Astre au lieu vu du centre de la Terre.* Les Astronomes y trouveront des Méthodes directes pour les calculs les plus laborieux & les plus difficiles, qu'on n'avoit jusqu'à présent que par approximation, avec l'avantage extraordinaire d'obtenir dans le même temps les déterminations des erreurs qui peuvent provenir du défaut des observations, ou de quelque autre élément du Problême.

FIN.

TABLE I. TABLE II

Dépressions de l'Horison.

Pieds de Paris.	Corrections.	Différences
4	2′ 3″	27″
6	2 30	24
8	2 54	20
10	3 14	19
12	3 33	17
14	3 50	16
16	4 6	15
18	4 21	14
20	4 35	14
22	4 49	13
24	5 2	12
26	5 14	11
28	5 25	10
30	5 35	9
32	5 44	

Demi-Diametres du Soleil.

Voyez l'usage de cette Table dans les n°. 200, 265, 290, & dans la Note *ff.*

Jours du mois.	Diametre du Soleil.	Jours du mois.	Jours du mois.	Diametre du Soleil.	Jours du mois.
Janv. 1	16′ 18″	25	Avril 1	16′ 1″	25
7	16 18	19	7	15 59	19
13	16 17	13	13	15 58	13
19	16 17	7	19	15 56	7
25	16 16	1 Déc.	25	15 54	1 Sept.
1 Fév.	16 15	25	Mai 1	15 53	25
7	16 14	19	7	15 52	19
13	16 13	13	13	15 50	13
19	16 12	7	19	15 49	7
25	16 10	1 Nov.	25	15 48	1 Août
1 Mars	16 9	25	Juin 1	15 47	25
7	16 8	19	7	15 46	19
13	16 6	13	13	15 46	13
19	16 4	7	19	15 46	7
25	16 3	1 Oct.	25	15 45	1 Juill.

Angles de la simple Dépression.

Voyez le n°. 223.

Pieds de Paris.	Angles correspondans.
1	1′ 6″
4	2 12
9	3 18
16	4 23
25	5 29
36	6 35
49	7 41
64	8 47
81	9 53
100	10 59
121	12 5
144	13 10
169	14 16
196	15 22
225	16 28

TABLE III

RÉFRACTIONS MOYENNES DES ASTRES.

expliquées dans le n°. 202, & dans la Note *jj*, n°. 4, page 155.

haut. des Aſtr.	Réfr. *entre* les trop.	Réfr. *hors* des trop.	différences.	haut. des Aſtr.	Réfr. *entre* les trop.	Réfr. *hors* des trop.	différences.
	′ ″	′ ″	′ ″		′ ″	′ ″	′ ″
0°	27 0	33 30	6 30	24°	1 41	2 27	0 46
1	20 31	24 57	4 26	25	1 36	2 21	0 45
2	15 53	19 0	3 7	26	1 31	2 15	0 44
3	12 25	14 57	2 32	27	1 27	2 9	0 42
4	10 5	12 9	2 4	28	1 24	2 4	0 40
5	8 18	10 10	1 52	29	1 20	1 59	0 39
6	7 4	8 42	1 38	30	1 17	1 54	0 37
7	6 5	7 41	1 36	32	1 10	1 46	0 36
8	5 21	6 51	1 30	34	1 6	1 38	0 32
9	4 50	6 10	1 20	37	1 0	1 28	0 28
10	4 20	5 37	1 17	39	0 55	1 22	0 27
11	3 54	5 9	1 15	42	0 49	1 14	0 25
12	3 31	4 45	1 4	45	0 44	1 6	0 22
13	3 14	4 24	1 10	50	0 38	0 56	0 15
14	2 58	4 5	1 7	56	0 30	0 45	0 15
15	2 48	3 49	1 1	61	0 25	0 37	0 15
16	2 36	3 35	0 59	66	0 20	0 30	0 10
17	2 26	3 23	0 57	72	0 15	0 22	0 7
18	2 17	3 12	0 55	77	0 11	0 16	0 5
19	2 10	3 3	0 53	81	0 7	0 11	0 4
20	2 3	2 35	0 52	84	0 4	0 7	0 3
21	1 57	2 47	0 50	86	0 2	0 4	0 2
22	1 51	2 40	0 49	88	0 1	0 2	0 1
23	1 45	2 33	0 48	90	0 0	0 0	0 0

TABLE IV

CORRECTIONS DES DÉVIATIONS,

expliquées dans le n°. 206, & dans la Note *bb*.

Angles meſurés.	Déviat. de 20′ 0″.	Déviat de 30′ 0″.	Déviat. de 40′ 0″.	Déviat. de 50′ 0″.	Déviat. de 1° 0′ 0″
0°	0′ 0″	0′ 0″	0′ 0″	0′ 0″	0′ 0″
20	0 1	0 3	0 5	0 8	0 12
40	0 3	0 6	0 2 0	0 16	0 23
60	0 4	0 9	0 16	0 25	0 36
80	0 6	0 13	0 23	0 36	0 52
90	0 7	0 16	0 28	0 44	1 3
100	0 8	0 19	0 33	0 52	1 14
110	8 10	0 22	0 39	1 1	1 28
120	0 12	0 27	0 49	1 17	1 50
130	0 15	0 34	1 0	1 34	2 16
140	0 19	0 43	1 16	1 59	2 52
150	0 25	0 58	1 44	2 43	3 52
160	0 40	1 29	2 38	4 7	5 56
170	0 19	2 58	5 18	8 17	11 51
180	40 0	1° 0′ 0″	1°20′0″	1°40′0″	2° 0′ 0″

TABLE V.

PARALLAXE HORISONTALE DE LA LUNE.

réduite en parallaxe de hauteur, expliquée dans le n°. 205, page 59.

Haut. appar. de la ☾

0°	53′	54′	55′	56′	57′	58′	59′	60′	61′	62′
1°	53′	54′	55′	56	57′	58′	59′	60′	61	62′
5	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
8	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
11	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
14	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
18	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
21	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
24	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
26	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
29	46	47	48	49	50	51	52	52	53	54
31	45	46	47	48	49	50	51	51	52	53
33	44	45	46	47	48	49	49	50	51	52
35	43	44	45	46	47	47	48	49	50	51
37	42	43	44	45	45	46	47	48	49	50
39	41	42	43	43	44	45	46	47	48	49
40	40	41	42	43	44	44	45	46	47	48
42	39	40	41	42	42	43	44	45	45	46
43	38	39	40	41	41	42	43	44	45	46
45	37	38	39	40	40	41	42	43	43	44
46	36	37	38	39	40	40	41	42	42	43
48	35	36	37	37	38	39	39	40	41	42
49	34	35	36	37	37	38	39	39	40	41
51	33	34	35	35	36	36	37	38	38	39
52	32	33	34	34	35	36	36	37	38	38
53	31	32	33	34	34	35	35	36	37	37
55	·3	31	31	32	33	33	34	34	35	36
56	29	30	31	31	32	32	33	34	34	35
57	28	29	30	30	31	32	32	33	33	34

PARALLAXE HORISONTALE DE LA LUNE.

réduite en parallaxe de hauteur, expliquée dans le n°. 205, page 54.

Haut. appar. de la ☾

c°	53′	54′	55′	56′	57′	58′	59′	60′	61′	62′
59	27′	28′	28′	29′		30′	30′	31′	31′	32′
60	26	27	27	28		29	29	30	30	30
62	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29
63	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28
65	23	23	23	24	24	24	25	25	26	26
66	22	22	22	23	23	24	24	24	25	25
67	21	21	21	22	22	23	23	23	24	24
68	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23
69	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22
70	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21
72	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19
73	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18
74	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17
75	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16
76	13	13	13	14	14	14	14	14	15	15
77	12	12	12	13	13	13	13	13	14	14
78	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13
79	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12
80	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11
81	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10
82	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9
84	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7
85	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
86	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
87	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
88	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
89	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABLE VI.

Haut. appar. de la ☾	Augmentation du Diametre horiſontal de la Lune, à différentes hauteurs. 29′ 30″	30′ 0″	30′ 30″	31′ 0″	31′ 30″	32′ 0″	32′ 30″	33′ 0″	33′ 30″	Diſtances app. au Zénith.
Degrés	″	″	″	″	″	″	″	″	″	Degrés
0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	90
3	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	87
6	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,1	84
9	4,7	4,8	4,9	5,1	5,2	5,4	5,5	5,7	5,9	91
12	6,1	6,3	6,4	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,8	78
15	7,5	7,7	7,9	8,2	8,5	8,7	9,0	9,3	9,6	75
18	8,8	9,1	9,4	10,1	10,4	10,6	10,7	11,1	11,4	72
21	10,2	10,7	10,9	11,3	11,7	12,1	12,4	12,8	13,2	69
24	11,6	12,0	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,5	14,9	66
27	12,9	13,4	13,8	14,3	14,7	15,2	15,6	16,1	16,6	63
30	14,2	14,7	15,2	15,7	16,1	16,6	17,1	17,7	18,3	60
33	15,4	15,9	16,5	17,0	17,5	18,0	18,6	19,2	19,9	57
36	16,6	17,1	17,7	18,3	18,9	19,5	20,1	20,8	21,4	54
39	17,7	18,3	18,9	19,5	20,2	20,9	21,5	22,2	22,9	51
42	18,8	19,4	20,1	20,8	21,5	22,2	22,9	23,6	24,3	48
45	19,9	20,6	21,3	22,0	22,7	23,4	24,2	25,0	25,7	45
48	20,9	21,6	22,4	23,1	23,8	24,6	25,4	26,2	27,0	42
51	21,9	22,6	23,4	24,2	24,9	25,7	26,6	27,4	28,2	39
54	22,8	23,6	24,4	25,2	26,0	26,8	27,7	28,5	29,4	36
57	23,6	24,5	25,3	26,1	27,0	27,9	28,7	29,6	30,5	33
60	24,3	25,2	26,1	27,0	27,8	28,7	29,6	30,5	31,4	30
63	25,0	25,9	26,8	27,7	28,6	29,5	30,4	31,9	32,3	27
66	25,6	26,5	27,4	28,3	29,3	30,2	31,1	32,1	33,1	24
69	26,2	27,1	28,0	28,9	29,9	30,8	31,8	32,8	33,8	21
72	26,7	27,6	28,5	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	18
75	27,1	28,0	28,9	29,9	30,9	31,9	32,9	33,9	34,9	15
78	27,4	28,8	29,3	30,3	31,3	32,3	33,3	34,3	35,3	12
81	27,7	27,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,7	9
84	27,9	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8	33,9	34,8	36,0	6
87	28,0	28,9	29,9	30,9	31,9	33,0	34,1	35,1	36,2	3
90	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,1	35,1	36,2	0

On trouve l'uſage de cette Table VI, expliqué dans le n°. 205 de ce Traité, page 59 : & on voit l'application dans les exemples 4 & 5 du n°. 271, & dans celui du n°. 314.

Déclinaisons des Etoiles de premiere & seconde Magnitude, calculées pour l'année 1780, & leur variation pour *dix* ans. On doit en changer les *signes* pour les années qui précedent cette année.

Noms des Etoiles, & Lettres qui les désignent dans les Cartes célestes.	Grandeur	Déclinaison moyenne. ° ′ ″	Variation en 10 ans ′ ″	Noms des Etoiles, & Lettres qui les désignent dans les Cartes célestes.	Grandeur	Déclinaison moyenne. ° ′ ″	Variation en 10 ans ′ ″
γ de Pégase, *Algénib*.	2	13.57.39,6N	+3.20,5	δ Cuisse du Lion.	2	21.43.42,8N	—3.14,1
α à la tête du Phénix.	2	43.29.52,1 S	—3.20,1	β Queue du Lion.	2	15.48.11,6N	—3.19,6
β Queue de la Baleine.	2	19.11.51,4 S	—3.18,5	γ de la grande Ourse.	2	54.55. 7,4N	—3.19,9
β dans la ceinture d'Androm.	2	34.27. 1,0N	+3.14,2	δ du Centaure.	2	49.29.40,3 S	+3.20,4
α de l'Eridan, *Achernar*.	1	58.21.33,7 S	—3. 5,4	α au pied de la Croix.	1	61.52.45,7 S	+3.20,0
γ Cuisse d'Andromede.	2	41.15.55,9N	+2.57,7	γ au sommet de la Croix.	2	55.52.42,2 S	+3.19,8
α de l'Hydre.	2	62.38.42,4 S	—2.57,1	γ du Centaure.	2	47.44.49,4 S	+3.18,8
α Mâchoire de la Baleine.	2	3.13. 0,2N	+2.27,5	β au bras de la Croix.	2	58.29. 1,0 S	+3.18,1
β de Persée, *Algol*.	2	40. 5.38,8N	+2.25,6	ε de la grande Ourse.	2	57. 9.30,4N	—3.16,7
α du Taureau, *Aldebaran*.	1	16. 3.12,7N	+1.22,1	α de la Vierge, l'*Epi*.	1	10. 0.21,9 S	+3.10,3
α du Cocher, *la Chèvre*.	1	45.45.19,3N	+0.51,5	ζ de la grande Ourse.	2	56. 4.47,6N	—4. 9,9
β d'Orion, *Rigel*.	1	8.28. 7,4 S	—0.48,7	ε au ventre du Centaure.	2	52.20.14,8 S	+3. 6,5
β Corne boréale du Taureau.	2	28.24.15,3N	+0.41,4	η Dern. de la grande Ourse.	2	50.25.3 ,9N	—3. 2,2
γ Epaule d'Orion.	2	6. 8. 1,5N	+0.40,6	β à la jambe du Centaure.	1	59.17.56,9 S	+2.58,5
δ sur le baudrier d'Orion.	2	0.28.33,5 S	—0.34,2	α du Bouvier, *Arcturus*.	1	20.22.57,9N	—2.13,4
ε sur le baudrier d'Orion.	2	1.21.26,7 S	—0.30,5	η du bouclier du Centaure.	2	41.10.41,1 S	+2.43,4
ζ sur le baudrier d'Orion.	2	2. 4.25,9 S	—0.26,5	α au pied du Centaure.	1	59.55.14,7 S	+2.41,6
α de la Colombe.	2	34.12. 5,3 S	—0.24,7	α Bassin austral de la Baleine	2	15. 6.53,0 S	+2.34,3
κ au genou d'Orion.	2	9.45.37,7 S	—0.19,8	β de Libra, Bassin boréal.	2	8.33.26,2 S	+2.18,5
β du Cocher.	2	44.54. 6,2N	+0.14,6	α Couronne boréale.	2	27.28. 4,1N	—2. 5,2
α Epaule ori. d'Orion.	1	7.21. 1,7N	+0.14,7	α au cou du Serpent.	2	7. 7.53,4N	+1.59,7
ζ du grand Chien.	2	29.58.38,1 S	+0.10,4	β au front du Scorpion.	2	19.11.12,7 S	+1.45,8
β du grand Chien.	2	17.51.40,6 S	+0.11,4	α du Scorpion, *Antarès*.	1	25.55.33,1 S	+1.28,0
α du vaisseau, *Canobus*.	1	52.34.53,5 S	+0.16,7	α du Triangle austral.	2	68.35.28,2 S	+1.20,3
γ Jambe de Pollux.	2	16.34.17,1N	—0.21,8	ζ au genou d'Ophiucus.	2	10. 6.18,8 S	+1.20,7
α du grand Chien, *Sirius*.	1	16.25. 5,4 S	+0.30,9	η au genou d'Ophiucus.	2	15.26. 8,0 S	—1.53,7
δ du grand Chien.	2	26. 3.24,8 S	+0.51,4	α à la tête d'Hercule.	2	14.39.20,1N	+0.48,1
η du grand Chien.	2	28.53. 8,8 S	+1. 4,7	λ Scorpion, sur le dard.	2	36.55.19,3 S	+0.35,9
α Tête de Castor.	1	32.21.12,2N	—1. 9,0	θ Scorpion sur le 5e nœud.	2	42.50. 7,3 S	—0.33,5
α du petit Chien, *Procyon*.	1	5.47. 0,1N	—1.14,9	α à la tête d'Ophiucus.	2	12.44.14,7N	—0.30,7
β Tête de Pollux.	2	28.32.31,1N	—1.18,2	κ Scorpion sur le 7e dœud.	2	38.53.43,5 S	+0.28,5
ζ du vaisseau.	2	39.23.28,8 S	—1.37,0	α de la Lyre.	1	38.35.16,7N	+0.25,7
γ du vaisseau.	2	46.41.40,0 S	+1.42,3	β sur l'épaule du Sagittaire.	2	26.33. 2,9 S	—0.36,2
ε du vaisseau.	2	58.48.30,6 S	+1.53,5	β du losange de la Lyre.	2	33. 7.14,1N	+0.36,5
δ sur le milieu du vaisseau.	2	53.54.23,7 S	+2. 8,0	α Bec de l'Aigle.	1	8.17.57,1N	+1.24,8
λ du vaisseau.	2	42.33. 7,8 S	+2.21,7	α L'œil du Paon.	1	57.26.10,5 S	—1.46,3
β sur les rames du vaisseau.	1	68.48.49,0 S	+2.28,3	α Queue du Cygne.	2	44.30. 8,0 S	+2. 4,7
χ sur le mât du vaisseau.	2	54. 4.31,9 S	+2.30,8	α à l'aile de la Grue.	2	48. 0.51,1 S	—2.51,1
α Cœur de l'Hydre.	2	7.42.45,5 S	+2.31,8	α du Poisson A. *Fomahant*.	1	30.46.52,8 S	—3. 9,9
α Cœur de Lion, *Regulus*.	1	13. 2.16,9N	—2.52,1	β à la cuisse du Pégase.	2	26.53.30,9N	+3.12,0
θ du vaisseau.	2	63.14.42,7 S	+3. 6,9	α Aile du Pégase.	2	14. 1.34,8N	+3.12,1
η du vaisseau.	2	58.31.58,8 S	+3. 7,3	γ au pied du Cephée.	3	76.24. 7,1N	+3.18,9
β de la grande Ourse.	2	57.33.25,8N	—3.10,8	α Tête d'Andromede.	2	27.42.36,7N	+3.20,4
α de la grande Ourse au Nord.	2	62.56. 8,2N	—3.11,2	β sur la chaîne de Cassiop.	2	57.56.13,7N	+3.20,4

TABLE VIII.

DÉCLINAISON DU SOLEIL pour l'année 1775.

Cette Table peut servir aussi pour les années 1779, 1783, 1787 & 1791. *Voyez* la Note *oo*, page 160.

Jours du mois.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septem.	Octobre	Novem.	Décem.	Jours du mois.
	Décl. S.	Décl. S.	Décl. S.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. S.	Décl. S.	Décl. S.	
	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ′	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	
1	23 0 25	17 3 20	7 31 44	4 34 57	15 6 0	22 4 21	23 8 4	18 2 34	8 17 12	3 12 42	14 28 53	21 51 2	1
2	22 55 56	16 46 3	7 8 53	4 58 2	15 24 0	22 12 20	23 3 51	17 47 18	7 55 19	3 36 1	14 48 1	22 0 7	2
3	22 49 22	16 28 79	6 45 56	5 21 1	15 41 46	22 19 55	22 59 13	17 31 45	7 33 18	3 59 18	15 6 54	22 8 46	3
4	22 43 11	16 10 37	6 22 54	5 43 55	15 59 16	22 27 6	22 54 11	17 15 55	7 11 10	4 22 32	15 25 33	22 16 59	4
5	22 36 33	15 52 29	5 59 47	6 6 43	16 16 29	22 33 53	22 48 46	16 59 48	6 48 55	4 45 43	15 43 56	22 24 46	5
6	22 29 28	15 34 5	5 36 35	6 29 24	16 33 26	22 40 17	22 42 58	16 43 23	6 26 33	5 8 51	16 2 3	22 32 8	6
7	22 21 56	15 15 24	5 13 17	6 51 58	16 50 7	22 46 17	22 36 46	16 26 44	6 4 6	5 31 55	16 19 55	22 39 3	7
8	22 13 58	14 56 28	4 49 55	7 14 25	17 6 32	22 51 54	22 30 10	16 9 48	5 41 32	5 54 54	16 37 30	22 45 30	8
9	22 5 34	14 37 16	4 26 30	7 36 45	17 22 38	22 57 7	22 23 10	15 52 36	5 18 52	6 17 48	16 54 49	22 51 31	9
10	21 56 43	14 17 51	4 3 2	7 58 58	17 38 28	23 1 55	22 15 47	15 35 9	4 56 7	6 40 38	17 11 50	22 57 5	10
11	21 47 26	13 58 11	3 39 31	8 21 3	17 54 1	23 6 19	22 8 1	15 17 27	4 33 16	7 3 23	17 28 33	23 2 11	11
12	21 37 44	13 38 17	3 15 58	8 42 59	18 9 15	23 10 19	21 59 52	14 59 30	4 10 21	7 26 2	17 44 58	23 6 49	12
13	21 27 57	13 11 11	2 52 22	9 4 46	18 24 10	23 13 54	21 51 20	14 41 19	3 47 22	7 48 34	18 1 5	23 11 1	13
14	21 17 6	12 57 52	2 28 44	9 26 24	18 38 48	22 17 5	21 42 26	14 22 54	3 24 19	8 11 0	18 16 52	23 14 45	14
15	21 6 11	12 37 19	2 5 4	9 47 53	18 53 7	23 19 51	21 33 10	14 4 15	3 1 12	8 33 19	18 32 20	23 18 1	15
16	20 54 51	12 16 35	1 41 24	10 9 13	19 7 7	23 22 13	21 23 32	13 43 23	2 38 1	8 55 31	18 47 29	23 20 49	16
17	20 43 7	11 55 39	1 17 43	10 30 23	19 20 47	23 24 9	21 13 32	13 26 18	2 14 46	9 17 35	19 2 17	23 23 9	17
18	20 31 0	11 34 31	0 54 2	10 51 22	19 34 8	23 25 41	21 3 11	13 6 59	1 51 29	9 39 31	19 16 45	23 25 0	18
19	20 18 29	11 13 13	0 30 21	11 12 10	19 47 9	23 26 48	20 52 28	12 47 27	1 28 10	10 1 19	19 30 52	23 26 24	19
20	20 5 35	10 51 45	0 6 39	11 32 47	19 59 50	23 27 31	20 41 24	12 27 44	1 4 50	10 22 58	19 44 38	23 27 19	20
21	19 52 18	10 30 7	0N 17 1	11 53 13	20 12 10	23 27 48	20 29 59	12 7 49	0 41 27	10 44 28	19 58 3	23 27 46	21
22	19 38 40	10 8 19	0 40 41	12 13 28	20 24 10	23 27 41	20 18 13	11 47 43	0 18 3	11 5 48	20 11 6	23 27 45	22
23	19 24 40	9 46 21	1 4 19	12 33 31	20 35 49	23 27 9	28 6 7	11 27 25	0S 5 22	11 26 58	20 23 45	23 27 15	23
24	19 10 18	9 24 14	1 27 55	12 53 21	20 47 7	23 26 12	19 53 40	11 6 57	0 28 49	11 47 57	20 36 3	23 26 17	24
25	18 55 36	9 1 59	1 51 28	13 12 59	20 58 3	23 24 50	19 40 55	10 46 17	0 52 15	12 8 46	20 47 58	23 24 50	25
26	18 40 32	8 39 36	2 14 59	13 32 23	21 8 38	23 23 4	19 27 47	10 25 27	1 15 43	12 29 24	20 59 29	23 22 55	26
27	18 25 8	8 17 6	2 38 28	13 51 34	21 18 41	23 20 53	19 14 21	10 4 28	1 39 8	12 49 51	21 10 36	23 20 32	27
28	18 9 25	7 54 29	3 1 55	14 10 22	21 28 42	23 18 18	19 0 37	9 43 19	2 2 34	13 10 5	21 21 19	23 17 41	28
29	17 53 22		3 25 17	14 29 16	21 38 11	23 15 15	18 46 34	9 22 0	2 25 58	13 30 7	21 31 38	23 14 22	29
30	17 37 1		3 48 35	14 47 46	21 47 17	23 11 53	18 32 12	9 0 32	2 49 20	13 49 55	21 41 33	23 10 35	30
31	17 20 20		4 11 48		21 56 1		18 17 32	8 38 56		14 9 30		23 6 21	32

TABLE IX.

DÉCLINAISON DU SOLEIL pour l'année 1776.

Cette Table peut aussi servir pour les années 1780, 1784, 1788 & 1792. *Voyez* la Note *oo*, page 160.

Jours du mois.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septem.	Octobre	Novem.	Décem.	Jours du mois
	Décl. S.	Décl. S.	Décl. S.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. S.	Décl. S.	Décl. S.	
	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	
1	23 1 39	17 7 31	7 14 29	4 52 25	15 19 40	22 10 27	23 4 56	17 51 3	8 0 38	3 30 22	14 43 23	21 57 57	1
2	22 56 29	16 50 18	6 51 33	5 15 26	13 37 28	22 18 8	23 0 25	17 35 34	7 38 39	3 53 39	15 2 20	22 6 43	2
3	22 50 51	16 32 47	6 28 32	5 38 21	15 55 1	22 25 25	22 55 29	17 19 48	7 16 33	4 16 54	15 21 2	22 15 2	3
4	22 44 46	16 15 0	6 5 26	6 1 10	16 12 18	22 32 18	22 50 9	17 3 45	6 54 20	4 40 6	15 39 29	22 22 56	4
5	22 38 14	15 56 56	5 42 14	6 23 52	16 29 21	22 38 47	22 44 25	16 47 25	6 32 1	5 3 14	15 57 41	22 30 24	5
6	22 31 15	15 38 36	5 18 58	6 46 28	16 46 5	22 44 53	22 38 18	16 30 48	6 9 35	5 26 19	16 15 36	22 37 24	6
7	22 23 50	15 19 59	4 55 37	7 8 58	17 2 33	22 50 36	22 31 48	16 13 56	5 47 2	5 49 19	16 33 15	22 43 58	7
8	22 15 58	15 1 6	4 32 13	7 31 20	17 18 45	22 55 54	22 24 55	15 56 48	5 24 23	6 12 15	16 50 38	22 50 5	8
9	22 7 40	14 41 59	4 8 46	7 53 35	17 34 39	23 0 48	22 17 38	15 39 25	5 1 40	6 35 6	17 7 43	22 35 46	9
10	21 58 56	14 22 37	3 45 15	8 15 41	17 50 16	23 5 18	22 9 57	15 21 47	4 38 51	6 57 51	17 24 30	23 0 59	10
11	21 49 45	14 3 0	3 21 42	8 37 39	18 5 35	23 9 14	22 1 54	15 3 53	4 15 56	7 20 31	17 40 59	23 5 45	11
12	21 40 10	13 43 10	2 58 7	8 59 28	18 20 35	23 13 5	21 53 28	14 45 46	3 52 57	7 43 5	17 57 11	23 10 3	12
13	21 30 10	13 23 6	2 34 29	9 21 9	18 35 17	23 16 22	21 44 39	14 27 24	3 29 55	8 5 33	18 13 3	23 13 54	13
14	21 19 45	13 2 50	2 10 49	9 42 41	18 49 40	23 19 14	21 35 28	14 8 48	3 6 49	8 27 54	18 28 35	23 17 16	14
15	21 8 54	12 42 21	1 47 9	10 4 3	19 3 45	23 21 42	21 25 55	13 49 59	2 43 39	8 50 7	18 43 49	23 20 11	15
16	20 57 39	12 21 40	1 23 29	10 25 15	19 17 30	23 23 44	21 16 0	13 30 56	2 20 26	9 12 13	18 58 43	23 22 38	16
17	20 46 1	12 0 47	0 59 48	10 46 17	19 30 56	23 25 22	21 5 44	13 11 41	2 57 10	9 34 11	19 13 16	23 24 36	17
18	20 33 59	11 39 42	0 36 7	11 7 8	19 44 2	23 26 36	20 55 6	12 52 13	1 33 51	9 56 1	19 27 28	23 26 7	18
19	20 21 34	11 18 26	0 12 26	11 27 47	19 56 48	23 27 24	20 44 7	12 32 33	1 10 31	10 17 43	19 41 20	23 27 9	19
20	20 8 46	10 57 0	0N11 16	11 48 16	20 9 13	23 27 47	20 32 47	12 12 41	0 47 9	10 39 16	19 54 50	23 27 43	20
21	19 55 36	10 35 24	0 34 55	12 8 34	20 21 17	23 27 46	20 21 6	11 52 37	0 23 45	11 0 37	20 7 58	23 27 49	21
22	19 42 3	10 13 38	0 58 34	12 28 40	20 33 1	23 27 20	20 9 5	11 32 22	0 0 20	11 21 50	20 20 43	23 27 26	22
23	19 28 8	9 51 43	1 22 11	12 48 33	20 44 24	23 26 29	19 56 44	11 11 56	0S23 7	11 42 52	20 33 5	23 26 35	23
24	19 13 51	9 29 38	1 45 46	13 8 14	20 55 26	23 25 14	19 44 3	10 51 19	0 46 34	12 3 44	20 45 5	23 25 15	24
25	18 59 13	9 7 25	2 9 17	13 27 41	21 6 6	23 23 34	19 31 1	10 30 32	1 10 0	12 24 24	20 56 43	23 23 27	25
26	18 44 15	8 45 4	2 32 46	13 46 55	21 16 25	23 21 29	19 17 40	10 9 34	1 33 25	12 44 53	21 7 56	23 21 11	26
27	18 28 57	8 22 36	2 56 13	14 5 47	21 26 21	23 18 59	19 4 0	9 48 27	1 56 50	13 5 11	21 18 45	23 18 27	27
28	18 13 19	8 0 0	3 19 36	14 24 44	21 35 56	23 16 4	18 50 2	9 27 11	2 20 15	13 25 16	21 29 11	23 15 14	28
29	17 57 20	7 37 18	3 42 55	14 43 17	21 45 8	23 14 46	18 35 44	9 5 45	2 43 40	13 45 7	21 39 11	23 11 34	29
30	17 41 2		4 6 9	15 1 36	21 53 57	23 9 3	18 21 8	8 44 11	3 7 2	14 4 46	21 48 47	23 7 26	30
31	17 24 26		4 29 19		22 2 24		18 6 14	8 22 29		14 24 11		23 2 50	31

TABLE X.

DÉCLINAISON DU SOLEIL pour l'année 1777.

Cette Table peut aussi servir pour les années 1781, 1785, 1789 & 1790. *Voyez* la Note *oo*, page 160.

Jours du mois.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septem.	Octobre	Novem.	Décem.	Jours du mois.
	Décl. S.	Décl. S.	Décl. S.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Déc. N.	Décl. N.	Décl. S.	Décl. S.	Décl. S.	
	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	
1	22 57 47	16 54 32	7 20 3	4 46 49	15 15 18	22 8 33	23 5 59	17 54 47	8 5 57	3 24 42	14 38 44	21 55 48	1
2	22 52 17	16 37 6	6 57 8	5 9 51	15 33 10	22 16 19	23 1 34	17 39 22	7 44 2	3 48 1	14 57 45	22 4 39	2
3	22 46 19	16 19 23	6 34 8	5 32 48	15 50 47	22 23 41	22 56 45	17 23 40	7 21 58	4 11 16	15 16 31	22 13 5	3
4	22 39 53	16 1 22	6 11 4	5 55 38	16 8 8	22 30 40	22 51 31	17 7 40	6 59 46	4 34 28	15 35 2	22 21 5	4
5	22 33 1	15 43 5	5 47 54	6 18 22	16 25 14	22 37 16	22 45 53	16 51 24	6 37 27	4 57 37	15 53 18	22 28 38	5
6	22 25 43	15 24 32	5 24 39	6 40 59	16 42 3	22 43 28	22 39 51	16 34 53	6 15 2	5 20 42	16 11 18	22 35 45	6
7	22 17 57	15 5 43	5 1 19	7 3 30	16 58 36	22 49 16	22 33 26	16 18 5	5 52 31	5 43 44	16 29 1	22 42 26	7
8	22 9 44	14 46 40	4 37 55	7 25 54	17 14 51	22 54 40	22 26 38	16 1 0	5 29 54	6 6 41	16 46 27	22 48 40	8
9	22 1 6	14 27 23	4 14 29	7 48 11	17 30 49	22 59 40	22 19 26	15 43 40	5 7 11	6 29 34	17 3 36	22 54 28	9
10	21 52 3	14 7 50	3 51 0	8 10 20	17 46 30	23 4 16	22 11 52	15 26 5	4 44 24	6 52 21	17 20 28	22 59 48	10
11	21 42 34	13 48 2	3 27 27	8 32 20	18 1 53	23 8 28	22 3 55	15 8 16	4 21 31	7 15 2	17 37 2	23 4 40	11
12	21 32 39	13 28 1	3 3 52	8 54 12	18 16 58	23 12 15	21 55 34	14 50 12	3 58 33	7 37 37	17 53 18	23 9 5	12
13	21 22 20	13 7 48	2 40 14	9 15 55	18 31 45	23 15 37	21 46 51	14 31 54	3 35 32	8 0 6	18 9 15	23 13 2	13
14	21 11 36	12 47 22	2 16 35	9 37 28	18 46 13	23 18 35	21 37 46	14 13 21	3 12 27	8 22 29	18 24 53	23 16 32	14
15	21 0 28	12 26 44	1 52 56	9 58 52	19 0 22	23 21 9	21 28 18	13 54 35	2 49 18	8 44 45	18 40 11	23 19 34	15
16	20 48 55	12 5 53	1 29 16	10 20 6	19 14 12	23 23 18	21 18 29	13 35 36	2 26 5	9 6 52	18 55 10	23 22 7	16
17	20 36 58	11 44 52	1 5 35	10 41 10	19 27 43	23 25 2	21 8 18	13 16 24	2 2 49	9 28 52	19 9 48	23 24 12	17
18	20 24 39	11 23 39	0 41 53	11 2 4	19 40 54	23 26 21	20 57 45	12 56 59	1 39 31	9 50 44	19 24 5	23 25 49	18
19	20 11 57	11 2 15	0 18 11	11 22 48	19 53 45	23 27 15	20 46 51	12 37 22	1 16 12	10 12 28	19 38 1	23 26 58	19
20	19 58 52	10 40 41	0N 5 29	11 43 20	20 6 15	23 27 45	20 35 35	12 17 32	0 52 50	10 34 2	19 51 36	23 27 39	20
21	19 45 24	10 18 57	0 29 10	12 3 40	20 18 24	23 27 50	20 23 59	11 57 31	0 29 26	10 55 27	20 4 50	23 27 52	21
22	19 31 34	9 57 4	0 52 49	12 23 48	20 30 13	23 27 30	20 12 3	11 37 19	0 6 1	11 16 42	20 17 41	23 27 36	22
23	19 17 23	9 35 2	1 16 26	12 43 44	20 41 42	23 26 45	19 59 47	11 16 55	0S17 25	11 37 47	20 30 9	23 26 52	22
24	19 2 50	9 12 52	1 40 1	13 3 28	20 52 49	23 25 35	19 47 10	10 56 21	0 40 52	11 58 41	20 42 14	23 25 39	24
25	18 47 57	8 50 33	2 3 34	13 22 59	21 3 34	23 24 1	19 34 13	10 35 37	1 4 18	12 19 25	20 53 57	23 23 58	25
26	18 32 43	8 28 6	2 27 4	13 42 17	21 13 57	23 22 3	19 20 57	10 14 42	1 27 44	12 39 57	21 5 16	23 21 49	26
27	18 17 9	8 5 32	2 50 31	14 1 21	21 23 59	23 19 40	19 7 22	9 53 37	1 51 10	13 0 17	21 16 11	23 19 11	27
28	18 1 16	7 42 51	3 13 55	14 20 12	21 33 39	23 16 52	18 53 29	9 32 23	2 14 35	13 20 25	21 26 43	23 16 6	28
29	17 45 4		3 37 15	14 38 49	21 42 56	23 13 39	18 39 16	9 11 0	2 42 59	13 40 20	21 36 50	23 12 32	29
30	17 28 32		4 0 31	14 57 11	21 51 51	23 10 1	18 24 44	8 49 27	3 1 21	14 0 1	21 46 31	23 8 31	30
31	17 11 41		4 23 42		22 0 23		18 9 54	8 27 46		14 19 29		23 4 2	31

TABLE XI.

DÉCLINAISON DU SOLEIL pour l'année 1778.

Cette Table peut auſſi ſervir pour les années 1782, 1786, 1790 & 1794. *Voyez* la Note *oo*, page 160.

Jours du mois.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septem.	Octobre	Novem.	Décem.	Jours du mois
	Décl. S.	Décl. S.	Décl. S.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. N.	Décl. S.	Décl. S.	Décl. S.	
	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	
1	22 59 6	16 58 45	7 25 36	4 41 13	15 10 58	22 6 39	23 7 2	17 58 30	8 11 16	3 19 3	14 34 7	21 53 37	1
2	22 53 42	16 41 23	7 2 44	5 4 17	15 28 53	22 14 30	23 2 42	17 43 9	7 49 21	3 42 22	14 53 11	22 2 34	2
3	22 47 50	16 23 44	6 39 45	5 27 15	15 46 34	22 21 58	22 57 59	17 27 31	7 27 18	4 5 38	15 12 1	22 11 6	3
4	22 41 31	16 5 48	6 16 41	5 50 7	16 3 59	22 29 3	22 52 51	17 11 36	7 5 8	4 28 51	15 30 36	22 19 12	4
5	22 34 45	15 47 35	5 53 33	6 12 52	16 21 8	22 35 44	22 47 19	16 55 24	6 42 51	4 52 0	15 48 55	22 26 52	5
6	22 27 33	15 29 6	5 30 19	6 35 31	16 38 1	22 42 2	22 41 23	16 38 56	6 20 28	5 15 7	16 6 58	22 34 6	6
7	22 19 54	15 10 22	5 7 0	6 58 4	16 54 38	22 47 56	22 35 4	16 22 11	5 57 59	5 38 10	16 24 45	22 40 53	7
8	22 11 49	14 51 22	4 43 37	7 20 30	17 10 58	22 53 26	22 28 21	16 5 10	5 35 24	6 1 9	16 42 16	22 47 14	8
9	22 3 17	14 32 7	4 20 11	7 42 48	17 27 1	22 58 32	22 21 15	15 47 54	5 12 43	6 24 2	16 59 30	22 53 8	9
10	21 54 19	14 12 37	3 56 42	8 4 58	17 42 46	23 3 14	22 13 46	15 30 23	4 49 56	6 46 50	17 16 26	22 58 35	10
11	21 44 56	13 52 53	3 33 0	8 27 1	17 58 13	23 7 31	22 5 53	15 12 37	4 27 4	7 9 33	17 33 4	23 3 34	11
12	21 35 8	13 32 56	3 9 36	8 48 56	18 13 23	23 11 24	21 57 38	14 54 36	4 4 8	7 32 10	17 49 24	23 8 5	12
13	21 24 55	13 12 46	2 45 59	9 10 41	18 28 15	23 14 53	21 49 1	14 36 20	3 41 7	7 54 41	18 5 26	23 12 9	13
14	21 14 17	12 52 23	2 22 21	9 32 16	18 42 48	23 17 57	21 40 2	14 17 52	3 18 2	8 17 5	18 21 8	23 15 45	14
15	21 3 14	12 31 47	1 58 41	9 53 42	18 57 1	23 20 36	21 30 40	13 59 10	2 54 54	8 39 22	18 36 31	23 18 53	15
16	20 51 47	12 10 59	1 35 0	10 14 59	19 10 54	23 22 5	21 20 55	13 40 14	2 31 42	9 1 32	18 51 34	23 21 34	16
17	20 39 57	11 50 0	1 11 19	10 36 6	19 24 29	23 24 41	21 10 49	13 21 5	2 8 27	9 23 34	19 6 17	23 23 46	17
18	20 27 43	11 28 49	0 47 38	10 57 3	19 37 45	23 26 6	21 0 22	13 1 43	1 45 10	9 45 28	19 20 40	23 25 30	18
19	20 15 6	11 7 28	0 23 57	11 17 49	19 50 40	23 27 6	20 49 33	12 42 9	1 21 51	10 7 14	19 34 41	23 26 46	19
20	20 2 6	10 45 57	0 0 15	11 38 24	20 3 16	23 27 42	20 38 23	12 22 22	0 58 29	10 28 50	19 48 21	23 27 34	20
21	19 48 44	10 24 16	0N23 26	11 58 47	20 15 32	23 27 53	20 26 52	12 2 24	0 35 6	10 50 17	20 1 40	23 27 53	21
22	19 34 59	10 2 25	0 47 5	12 18 58	20 27 26	23 27 39	20 15 1	11 42 14	0 11 42	11 11 34	20 14 37	23 27 44	22
23	19 20 53	9 40 25	1 10 42	12 38 57	20 38 59	23 27 0	20 2 49	11 21 53	0S11 45	11 32 42	20 27 11	23 27 7	23
24	19 6 26	9 18 17	1 34 18	12 58 44	20 50 11	23 25 56	19 50 17	11 1 21	0 35 11	11 53 39	20 39 22	23 26 1	24
25	18 51 38	8 56 0	1 57 51	13 18 18	21 1 1	23 24 28	19 37 25	10 40 39	0 56 37	12 14 25	20 51 11	23 24 27	25
26	18 36 29	8 33 35	2 21 22	13 37 39	21 11 30	23 22 35	19 24 13	10 19 47	1 22 3	12 35 0	21 2 36	23 22 24	26
27	18 21 0	8 11 2	2 44 50	13 56 47	21 21 38	23 20 18	19 10 42	10 58 44	1 45 29	12 55 23	21 13 37	23 19 53	27
28	18 5 11	7 48 22	3 8 15	14 15 41	21 31 23	23 17 36	18 56 53	9 37 33	2 8 55	13 15 34	21 24 14	23 16 55	28
29	17 49 2		3 31 36	14 34 21	21 40 46	23 14 29	18 42 45	9 16 12	2 32 19	13 35 32	21 34 26	23 13 29	29
30	17 32 35		3 54 53	14 52 47	21 49 46	23 10 58	18 28 18	8 54 42	2 55 42	13 55 17	21 44 14	23 9 3	30
31	17 15 49		4 18 6		21 58 24		18 13 33	8 33 3		14 14 49		23 5 12	31

Corrections des Tables précédentes de la Déclinaison du Soleil.

Correct. pour { 1779. 1780. 1781. 1782.		Correct. pour { 1783. 1784. 1785. 1786.		Correct. pour { 1787. 1788. 1789. 1790.		Correct. pour { 1791. 1792. 1793. 1794.	
J. du mois.	′ ″	J. du mois.	′ ″	J. du mois.	′ ″	J. du mois.	′ ″
Janvier 1	—0 8,3	Janvier 1	—0 16,5	Janvier 1	—0 24,8	Janvier 1	—0 33
11	—0 15,5	11	—0 31,0	11	—0 46,5	11	—1 2
21	—0 22,3	21	—0 44,5	21	—1 6,8	21	—1 29
31	—0 28,0	31	—0 56,0	31	—1 24,0	31	—1 52
Février 10	—0 33,0	Février 10	—1 6,0	Février 10	—1 39,0	Février 10	—2 12
20	—0 37,0	20	—1 14,0	20	—1 51,0	20	—2 28
Mars 2	—0 40,0	Mars 2	—1 20,0	Mars 2	—2 0,0	Mars 2	—2 40
12	—0 42,0	12	—1 24,0	12	—2 6,0	12	—2 48
22	+0 43,0	22	1 26,0	22	+2 9,0	22	+2 52
Avril 1	+0 43,0	Avril 1	—1 26,0	Avril 1	+2 9,0	Avril 1	+2 52
11	+0 41,8	11	+1 23,5	11	+2 55,3	11	+2 47
21	+0 39,3	21	+1 18,5	21	+1 57,8	21	+2 37
Mai 1	+0 35,3	Mai 1	+1 10,5	Mai 1	+1 45,8	Mai 1	+2 21
11	+0 30,8	11	+1 1,5	11	+1 32,3	11	+2 3
21	+0 24,8	21	+0 49,5	21	+1 14,3	21	+1 39
31	+0 17,5	31	+0 35,0	31	+0 52,5	31	+1 10
Juin 10	+0 9,5	Juin 10	+0 19,0	Juin 10	+0 28,5	Juin 10	+0 38
20	+0 1,0	20	+0 2,0	20	+0 3,0	20	+0 4
30	—0 7,5	30	—0 15,0	30	—0 22,5	30	—0 30
Juillet 10	—0 15,8	Juillet 10	—0 31,5	Juillet 10	—0 47,3	Juillet 10	—1 3
20	—0 23,3	20	—0 46,5	20	—1 9,8	20	—1 33
30	—0 29,8	30	—0 59,5	30	—1 29,3	30	—1 59
Août 9	—0 35,3	Août 9	—1 10,5	Août 9	—1 45,8	Août 9	—2 21
19	—0 39,5	19	—1 19,0	19	—1 58,5	19	—2 38
29	—0 42,3	29	—1 24,5	29	—2 6,8	29	—2 49
Septemb. 8	—0 43,8	Septem. 8	—1 27,5	Septem. 8	—2 11,3	Septem. 8	—2 55
18	—0 44,5	18	—1 29,0	18	—2 13,5	18	—2 58
28	+0 43,8	28	+1 27,5	28	+2 11,5	28	+2 55
Octobre 8	+0 41,8	Octobre 8	+1 23,5	Octobre 8	+2 4,3	Octobre 8	+2 47
18	+0 39 0	18	+1 18,0	18	+1 57,0	18	+2 36
28	+0 35,0	28	+1 10,0	28	+1 45,0	28	+2 20
Novem. 7	+0 30,3	Novem. 7	+1 0,5	Novem. 7	+1 30,8	Novem. 7	+2 1
17	+0 24,5	17	+0 49,0	17	+1 13,5	17	+1 38
27	+0 18,0	27	+0 36,0	27	+0 54,0	27	+1 12
Décemb. 7	+0 11,0	Décemb. 7	+0 22,0	Décemb. 7	+0 33,0	Décemb. 7	+0 44
17	+0 3,3	17	+0 6,5	17	+0 9,8	17	+0 13
27	—0 4,3	27	—0 8,5	27	—0 12,8	27	—0 17

CORRECTIONS & ADDITIONS.

PAGE 2, ligne 1, *peut-être* : lisez *dit-on*. Page 5, n°. 14, ligne 9, *au 0 degré* : lisez *au 90 degré*. Page 11, n°. 32, *ajoutez*, voyez aussi la note Z, page 140. Page 13, ligne 3, *en trouvant*, lisez *en tournant*. Page 15, n°. 42, ligne 7, *aux deux extrémités* : lisez *une à chaque extrémité*. Page 16, ligne derniere, *voyez la Note* X. lisez *la Note* U. Page 18, n° 53, ligne 7, *je suis fâché* : lisez *je ne suis pas fâché* : *ibid.* ligne 9, *puisqu'il* : lisez *quoiqu'il*. Page 20, ligne derniere du n°. 56, *dans le* n°. 13 : lisez *dans les* n°s 8 & 9. Page 24, n°. 71, ligne 3, *par le* n°. 13 : lisez *par le* n°. 11. Page 26, n° 80, ligne 5, *la vis E*, ajoutez *figure* 10. Page 37, n°. 127, *ajoutez* voyez la Note Z. Page 40, n° 140, ligne 2, *en sa place*, ajoutez, *& l'alidade au zero degré*. Page 41, n°. 144, ligne 2. *de* 150 *degrés* : lisez *la moitié de* 150 *degrés*. Page 43, n°. 151, ligne 1. *le cheveu tendu*, ajoutez, *autrement on met cette piece sur le plan de l'instrument, si la surface du limbe n'est pas au même niveau*. Même page, n°. 153, ajoutez au bout de la ligne 6, *autrement on emploie deux dais, deux cylindres de la même hauteur, ou une regle, comme on le dira dans la Note* ee, *page* 147. Page 45, à la fin du n°. 157, *dans le* n°. 173, &c. lisez, *dans le* n°. 189, *voyez la Note* mm, page 159. Page 46, n°. 159, ligne 3, *le* n°. 202 : lisez, *le* n°. 214. *Ibid. par le* n°. 204 : lisez, *par le* n°. 220. Même page, n°. 161, ligne 6, *par le* n°. 173 : lisez, *par le* n°. 180. Page 48, *ajoutez à la fin du* n°. 165. Voyez la Note *V*, page 134. Page 50, ligne 2, *voyez le* n°. 212 : lisez n°. 115 & 175. Page 53, *ajoutez aux* n°. 182, 187 & 189 : *voyez la Note* mm, page 159. Page 57, *ajoutez au* n°. 197. Voyez la Note *hh*, page 153. Page 58, *ajoutez aux* n°. 202 & 204. Voyez la Note *cc*, page 144. Même page 58, n°. 201, ligne 8, *Londres* 1768, *&c.* lisez, *de l'Astronomie de M. de la Lande*. Page 62, *ajoutez à la fin du* n°. 214, voyez la Note *mm*, page 159. Page 63, à la fin du n°. 218, *horisontale* : lisez, *sur le même horison*. Même page, n°. 220, ligne 4, *cependant* : ajoutez, *si l'on croit quelques Astronomes marins, l'erreur en est si variable*, &c. P. 64, n°. 223, ligne 22, *Table III des Réfractions* : lisez, *Table II des Diametres du Soleil*. Page 67 : *ajoutez au* n°. 235, voyez la Note *ll*, page 157, sur les Observations sur Mer, dans le cas d'avoir l'horison couvert. Page 72, n°. 241, *du même limbe* : ajoutez, *figure* 10, *planche* 2. Même page, ligne derniere, *par la Note* dd : lisez, *par la figure* 35, *planche* 3. Page 74, n°. 248, ligne 5, *à cause de l'angle* : lisez, *à moins qu'on ne corrige pas*, &c. Page 75 : *ajoutez à la fin du* numéro 251, voyez la Note *nn*, page 160. Page 84, n°. 276, ligne 5, 1767 : *lisez*, 1780 : *& ajoutez à la fin de ce nombre* ; voyez la Note *oo*, page 160. Page 85 : *ajoutez à la fin du* n°. 279, suivant le concours des autres mouvemens de cet Astre : *ajoutez à la fin du* n°. 280 : voyez la Note *oo*, page 160. Page 89 : *ajoutez à la fin du* n°. 294 : voyez la Note *pp*, page 261. Page 94 : *ajoutez à la fin du* n°. 310 : voyez la Note *qq*, page 162. Page 103, n°. 336, ligne 1, *soit le cylindre* : lisez, *soit le cylindre à jour* ab. Page 106 : *ajoutez à la fin du* n°. 347. Car la moitié de la somme de ces deux observations sera la valeur de l'angle cherché. Notez, que si le dessus de la surface extérieure du niveau circulaire (n°. 334) forme un plan parfait, elle pourra servir à réfléchir (toute seule) l'image de l'objet qu'on veut observer, suivant l'idée du Chevalier Shuckburg, Baronet Anglois. En examinant une fois pour toujours la différence angulaire (s'il y en a une) de ce plan au vrai horison, on tiendra compte de cette différence dans les observations qu'on fera dans la suite sur le même niveau. La pratique indiquera peut-être des moyens pour augmenter la netteté de la réflection sur la surface du verre, sans lui faire perdre sa transparence, aussi bien

que pour s'aſſurer de mettre toujours le niveau dans le ſens & vraie poſition qu'il faut avoir à l'égard de l'objet qu'on obſerve, afin que cette différence angulaire ſoit la même à chaque obſervation. Page 113, ligne 6, *à la plaque* r z : liſez, *à la plaque* N V D m. Page 114 : *ajoutez à la fin du* n°. 369 ; & on pourra diſpoſer en forme de couliſſeau une ou deux plaques par le deſſous de la lunette, pour qu'on puiſſe la pouſſer juſqu'à *p*, (même *figure* 32, *planche* 3) lorſqu'on voudra obſerver par derriere ſur le miroir *A*. Même page, n°. 370, ligne 2, *par derriere* (240) : liſez, *par derriere. Voyez le* n°. 238 *& ſuiv.* Page 124, n°. 15, ligne 1, *dans ce cas l'objet* W : liſez, *dans ce cas l'image de l'objet* W. Page 137, n°. 8, ligne 1, mais on doit : liſez, *de même on doit compter.* Page 141, Note *bb* pour le n°. 193 : liſez, Note *b b* pour le n°. 206. Même page 141, ligne 11 de la même Note *b b*, *ſont paralleles*, liſez, *étoient paralleles dans l'ajuſtement, & ſont ſuppoſés perpendiculaires au plan de l'inſtrument.* Page 142, ligne 12, ſin. 89° : ſin. $\frac{1}{2}$ *c d*, &c. liſez, ſin. 89° : ſin. $\frac{1}{2}$ *a d*, c'eſt-à-dire, la moitié de *a d* ſera 89° ; car 1 : 1 : : 89 : 89. Donc *a d* = 178°. Page 146, ligne 3, après le mot, l'horiſon ſenſible *u* : *ajoutez*, l'aſtre *a* paroîtra en *e*, ſuivant la direction du rayon viſuel *b a e*. Mais il eſt évident, &c. Même page 146, ligne 8, *bvu*. Cet angle *nbe* : *liſez*, *ubn*. Cet angle *u k n* eſt égal à l'angle au centre *hCe*. Page 147, Note *dd*, ligne 12. car *n u* eſt parallele : *liſez*, car *n V* eſt parallele à *e z*. Page 155, n°. 2, ligne 3, : 280,9″ (=4′.40,9) : *liſez*, : 297,7″ (=4′.57,7″). Page 156, n°. 3, ligne 2, *premier* : liſez, *vingt-une.* Page 157, ligne 1, *tirées* : liſez, *citées.* Même page, ligne 2 & 9, *Gottfrey* : liſez, *Godfrey.* Page 158, ligne 5 : *ajoutez*, dont la figure 45, planche 3 montre la ſection. Même page, ligne 9, *levier* b s q : liſez, b s *ou* b q. Page 153, ligne 1, *que gxh* : liſez, *que gxd*. Dans la figure 35, planche 3, le degré 10, dans le rang *des chiffres des obſervations pardevant* doit être marqué 40.

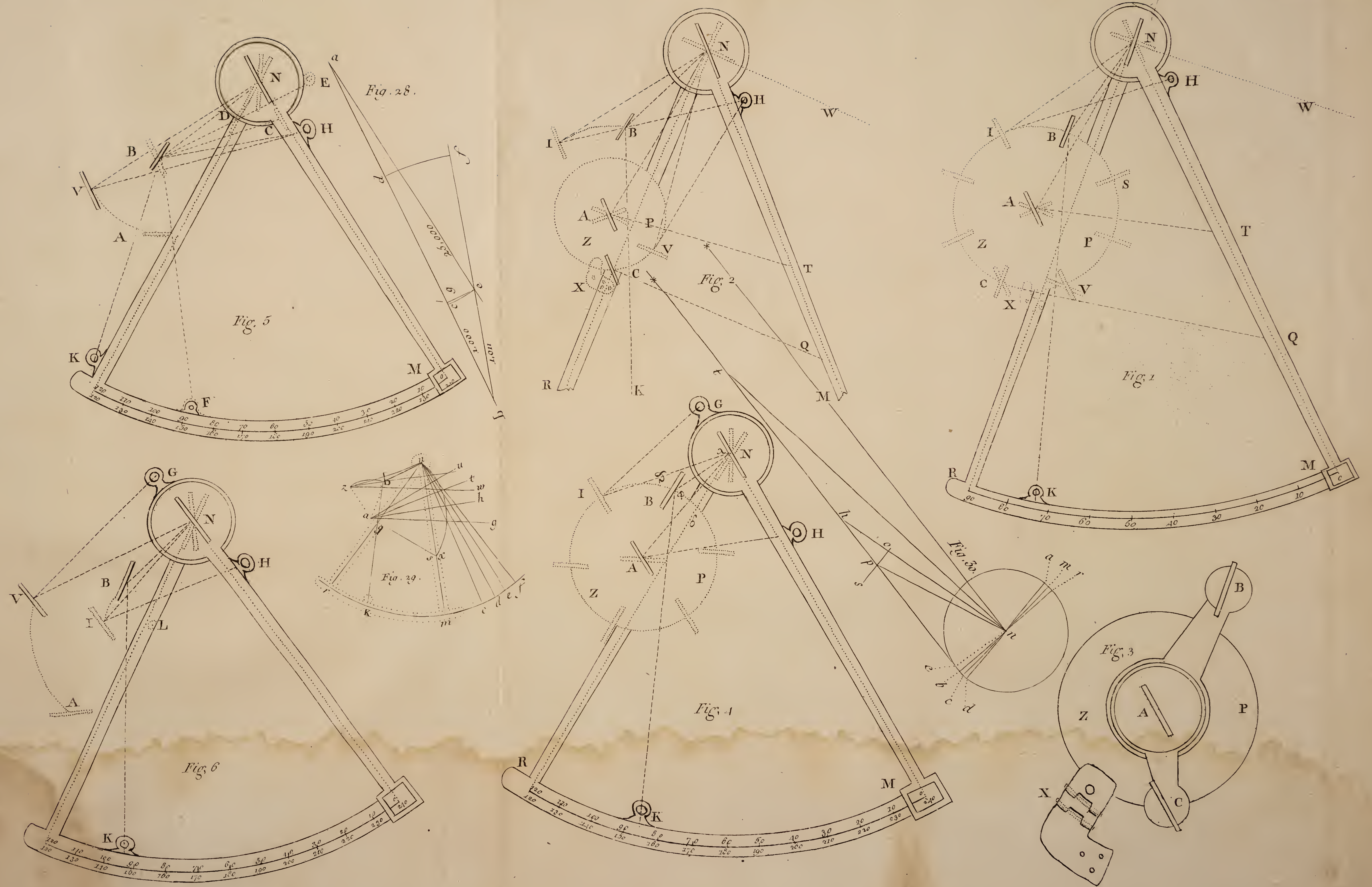
APPROBATION DU CENSEUR ROYAL.

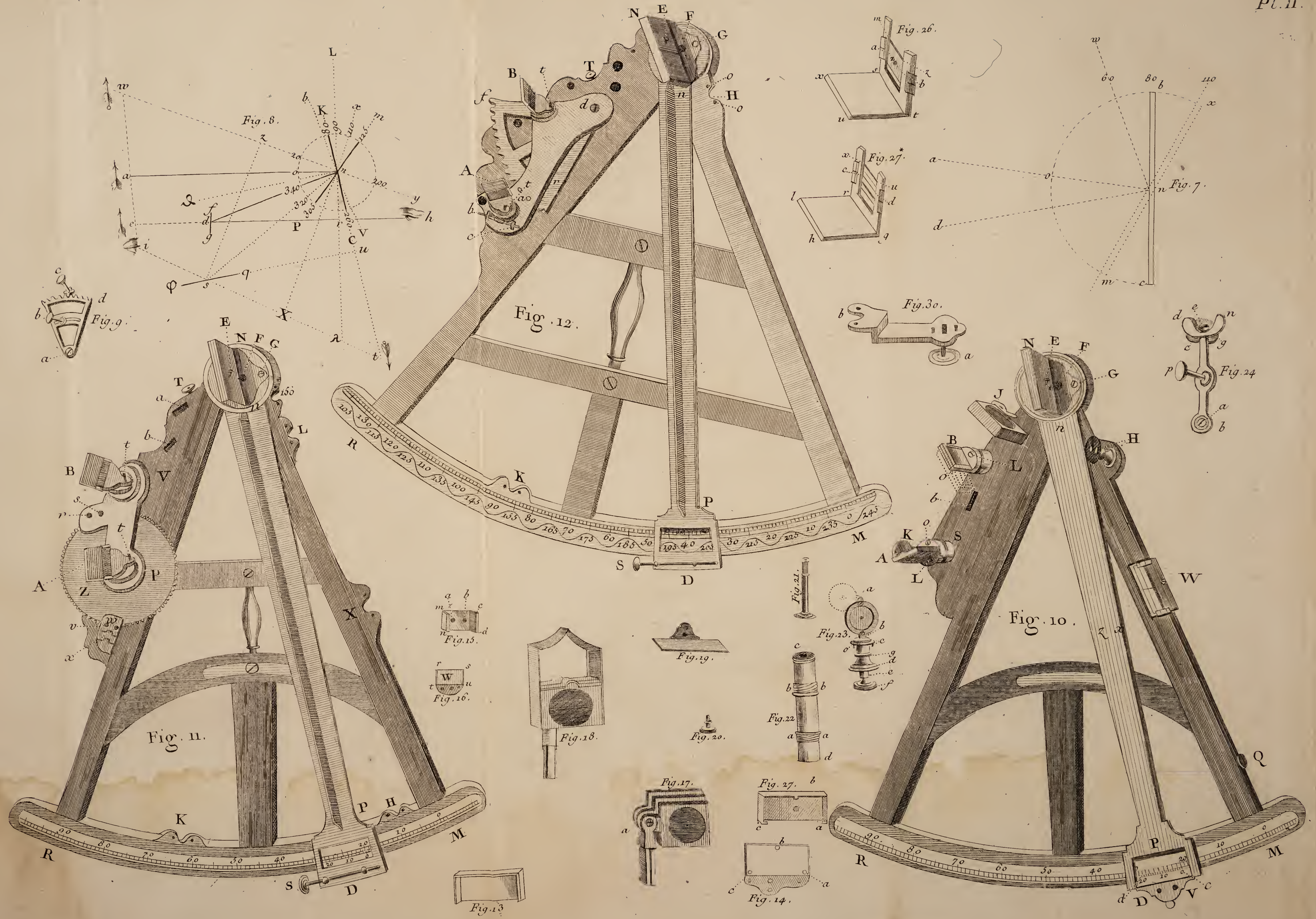
J'AI lu, par ordre de M. le Garde des Sceaux, un Ouvrage, intitulé : *Deſcription des Octants & Sextants Anglois . . . . . . avec la Deſcription d'un Double-Sextant nouveau . . . .* par Jean-Hyacinthe de Magalhaens, Gentilhomme Portugais, &c.

L'Auteur, iſſu du très-célebre Navigateur, Ferdinand de Magalhaens, connu ſous le nom de Magellan, ſe propoſe, dans cet Ouvrage, de perfectionner un des principaux Inſtrumens de l'Art de Naviguer : & je crois que le tribut de reconnoiſſance qu'il peut attendre du Public, augmentera ſinguliérement la gloire d'un nom déja ſi fameux dans l'Hiſtoire, & dans la bouche de toutes les Nations commerçantes. A Paris, le premier Mai 1775.

L'Abbé DE LA CHAPELLE.

Planche I.re




Pl. II.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22
Fig. 23.
Fig. 24
Fig. 26.
Fig. 27.*
Fig. 27.
Fig. 30.

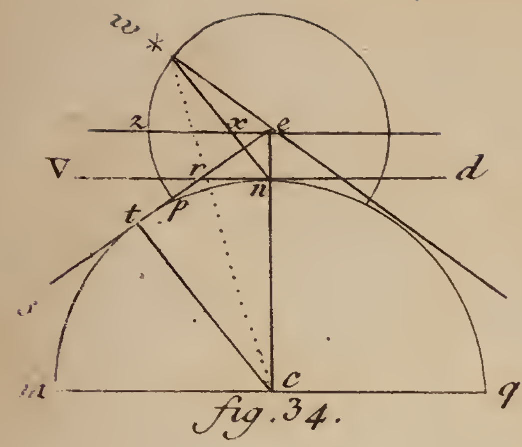
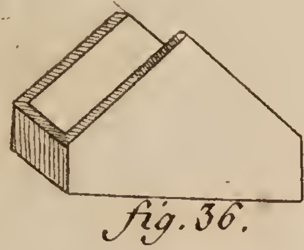
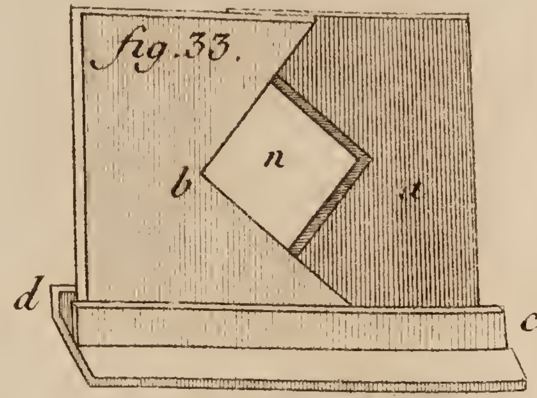
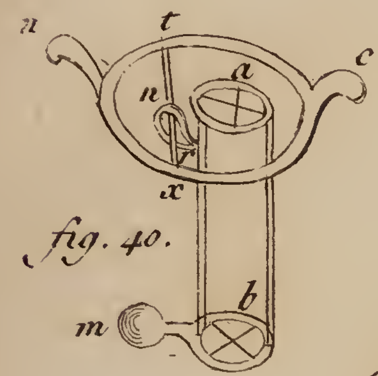
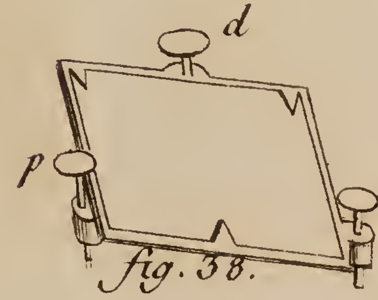

fig. 34.

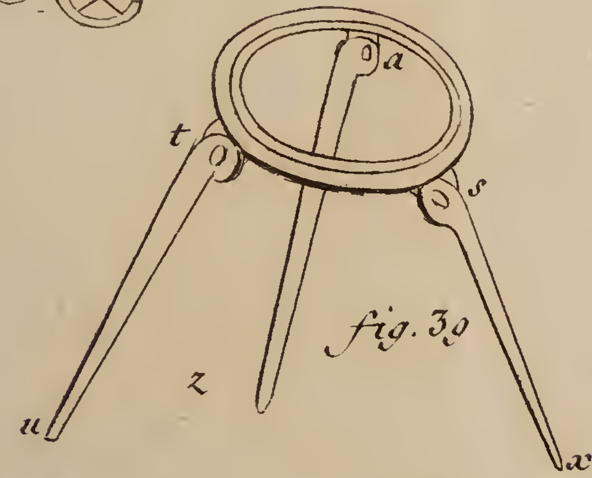

fig. 37.


fig. 36.


fig. 33.


fig. 40.


fig. 38.


fig. 39

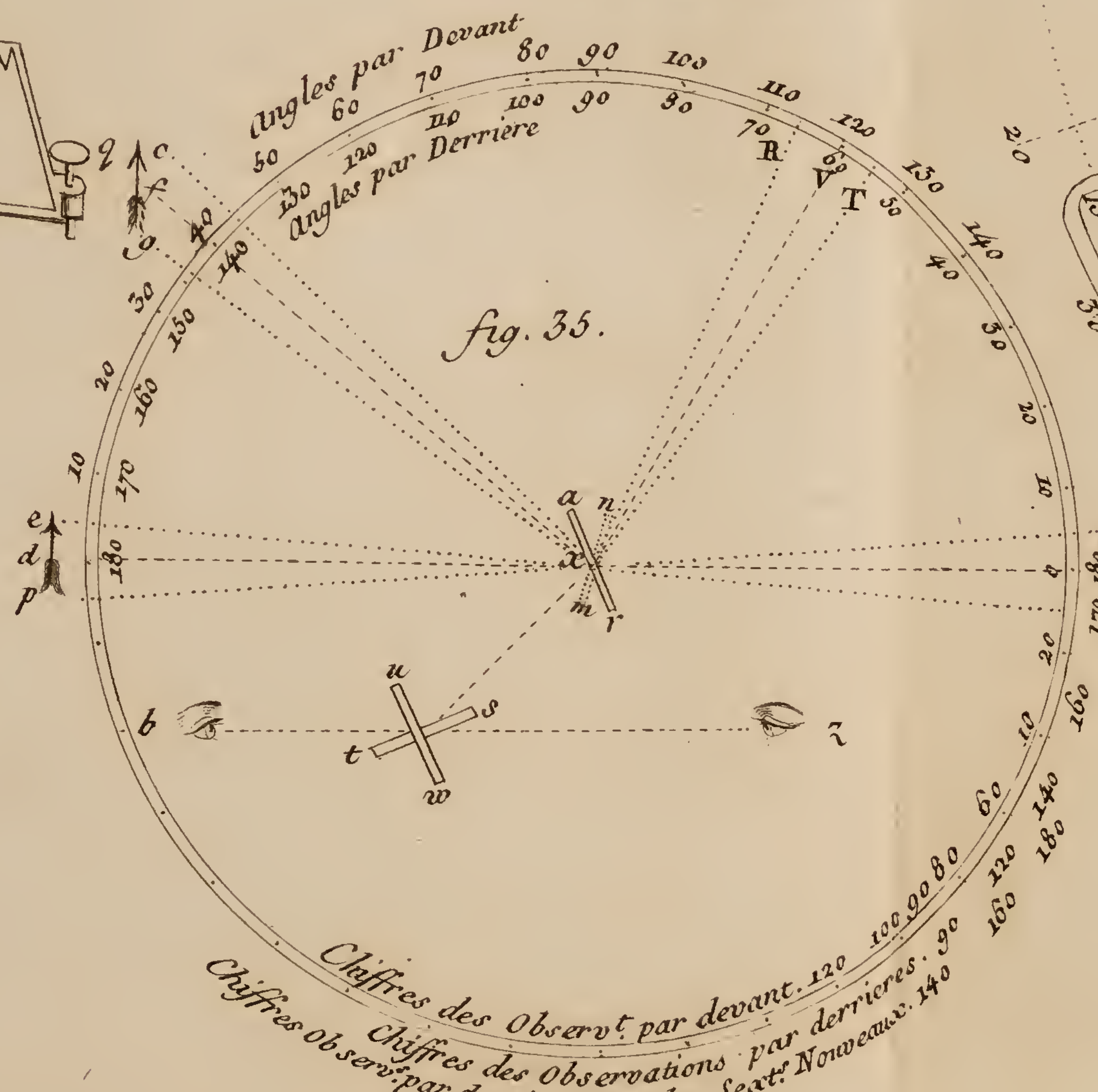


fig. 35.

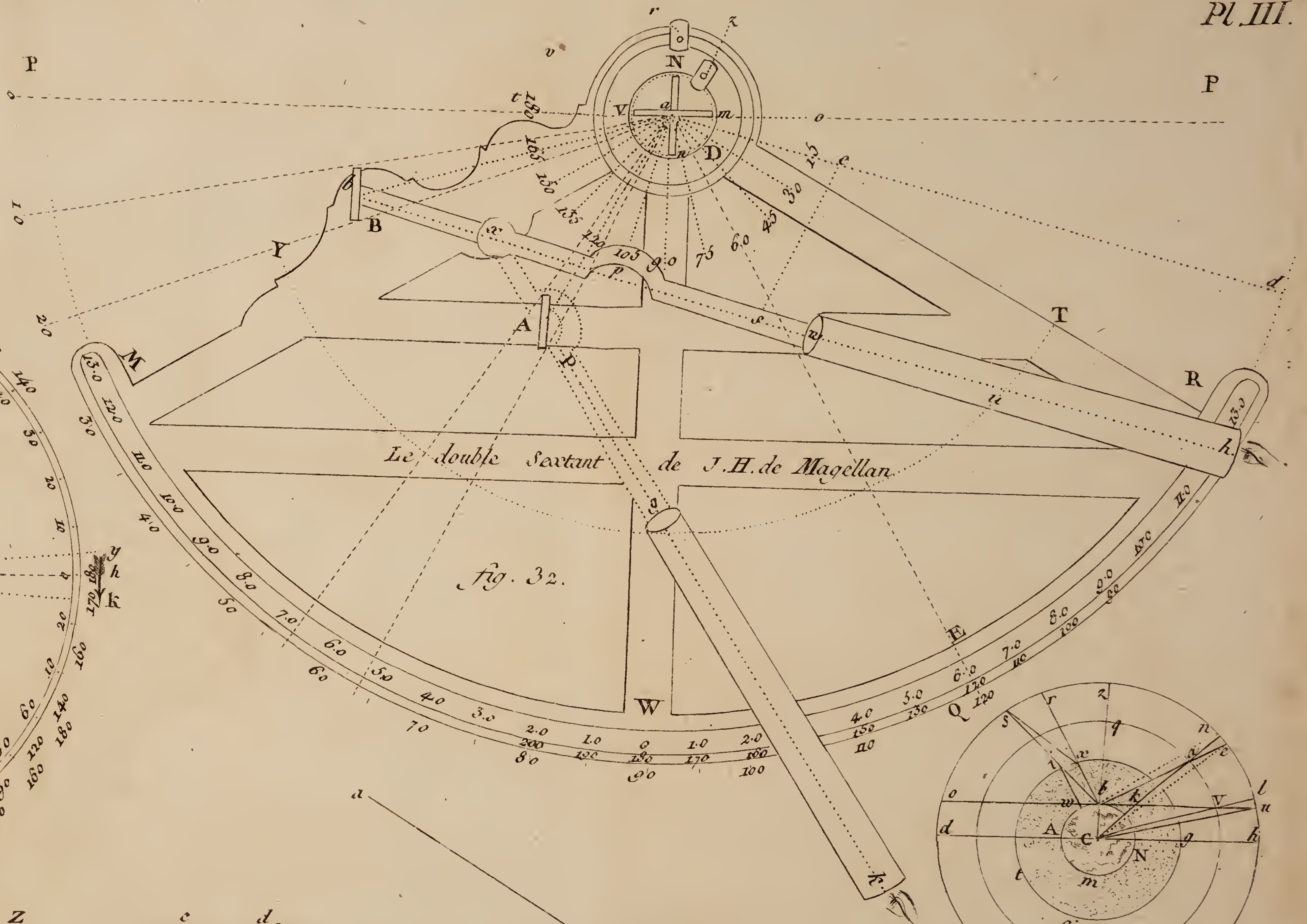
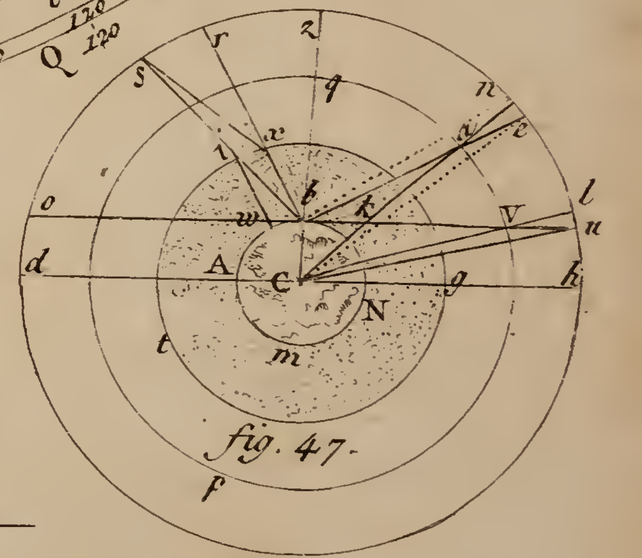
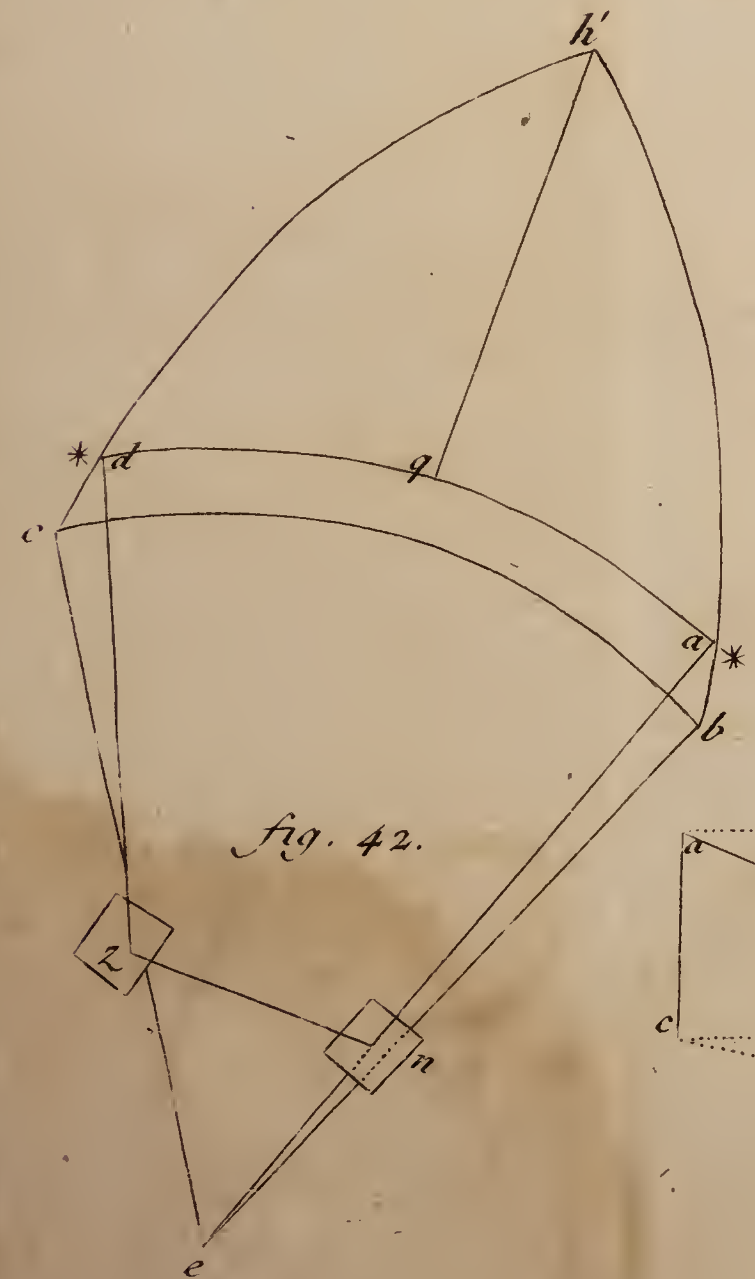
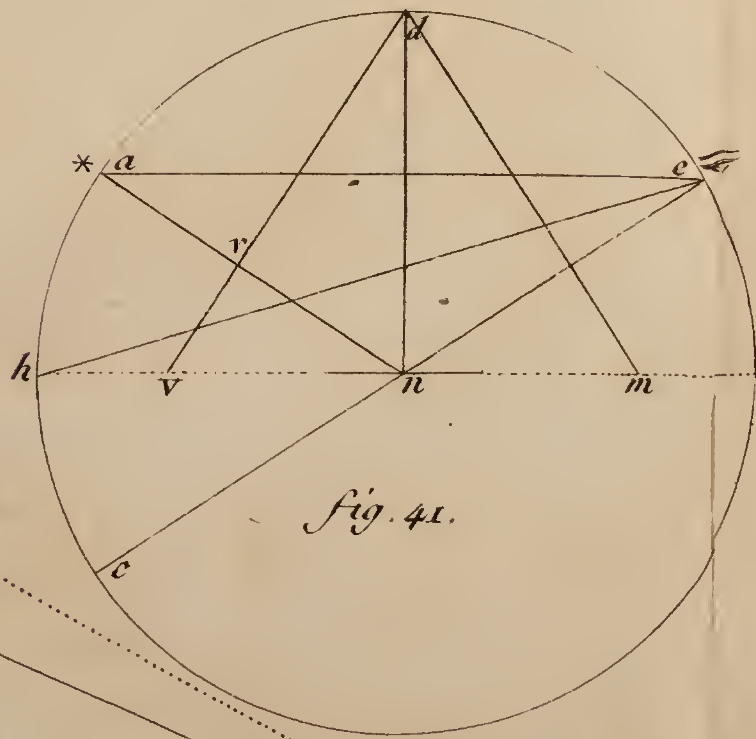
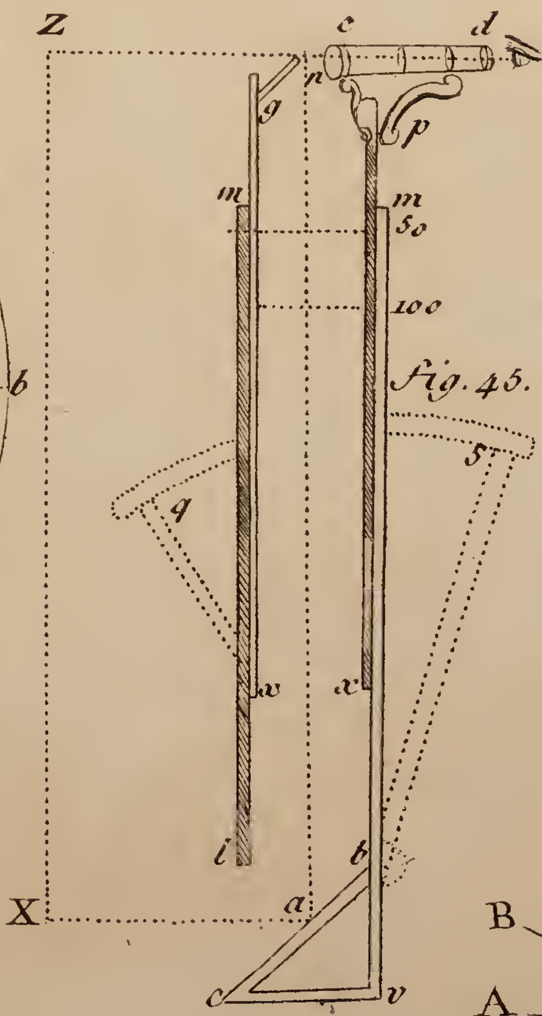


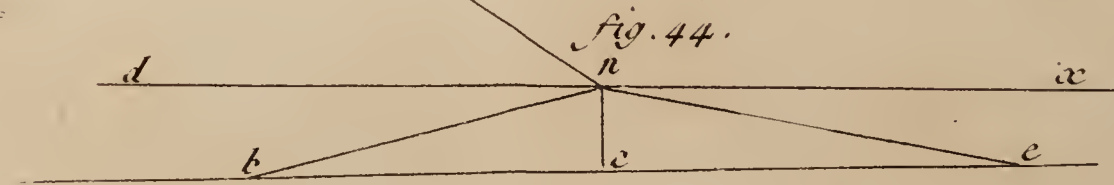
fig. 32.

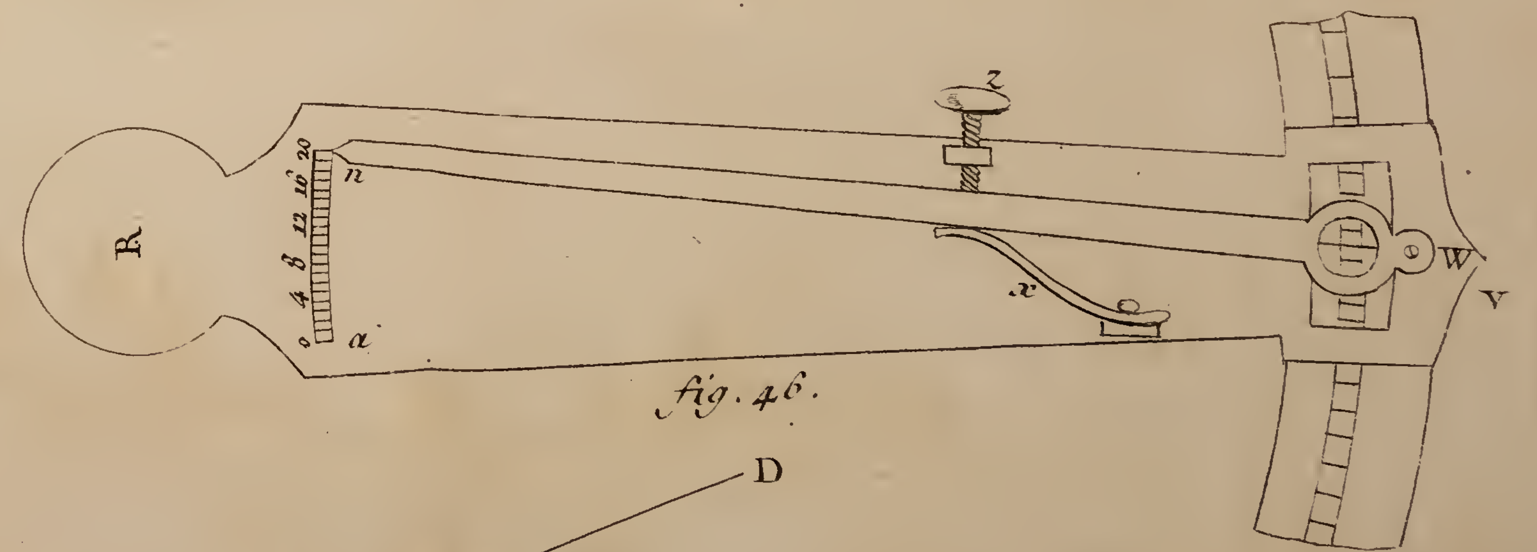

fig. 47.


fig. 42.


fig. 41.


fig. 45.


fig. 44.


fig. 46.

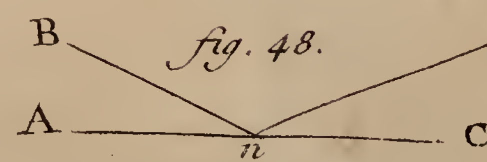

fig. 48.

fig. 43.

[illegible] Page 45
46
47
61
62
91
92
90

